



Riesgos Eléctricos y Mecánicos

Fernando Henao Robledo



ECOE
EDICIONES

Riesgos Eléctricos y Mecánicos

Fernando Henao Robledo

Henao Robledo, Fernando

Riesgos eléctricos y mecánicos / Fernando Henao Robledo

Bogotá : Ecoe Ediciones, 2008.

378 p. ; 24 cm.

ISBN 978-958-648-524-1

1. Seguridad industrial 2. Sector eléctrico - Medidas de seguridad 3. Trabajadores del sector eléctrico - Medidas de seguridad 4. Ingeniería mecánica - Medidas de seguridad 5. Prevención de accidentes I. Tit.

363.11 cd 21 ed.

A1171162

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Colección: Ingeniería

Área: Ingeniería y salud ocupacional

Edición preliminar: Bogotá, D.C., octubre de 2007

Primera edición: Bogotá, D.C., julio de 2008

Reimpresión: Bogotá, D.C., junio 2010

Reimpresión: Bogotá, D.C., 2011

ISBN: 978-958-648-524-1

© Fernando Henao Robledo
E-mail: fernandohenaoster@gmail.com

© Ecoe Ediciones
E-mail: correo@ecoeediciones.com
www.ecoeediciones.com
Carrera 19 No. 63C-32, Pbx. 2481449, fax. 3461741

Coordinación editorial: Alexander Acosta Quintero

Autoedición: Yolanda Madero T.

Carátula: Patricia Díaz

Impresión: Editorial Kimpres Ltda.

Calle 19 sur No. 69C-17, Tel. 4136884

Impreso y hecho en Colombia

*A mi esposa Luz Mary por el gran acompañamiento
durante todos estos años.*

*AGRADECIMIENTOS a mi amigo
FERNEY VALENCIA VANEGAS por su gran aporte
en la estructuración del documento
sobre riesgos eléctricos.*

Tabla de contenido

Introducción	1
Factor de riesgo eléctrico	4
Clasificación	4
Principales fuentes generadoras	4
Teoría electrónica	4
Electricidad	5
Tipos de electricidad	6
Usos	7
Conversión de corriente alterna en corriente continua	8
Polaridad	8
Corriente alterna	9
Historia	10
Corriente alterna vs. corriente continua	10
Las matemáticas y la corriente alterna sinusoidal	10
Diferencias entre corriente continua y alterna	16
Efectos de la electricidad en función de la resistencia del cuerpo	34
Efectos de la electricidad en función del tiempo de contacto	34
Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica	35
Principales peligros de la electricidad	41
Clasificación de los accidentes eléctricos	42
Frecuencia de los accidentes de origen eléctrico	45
Causas de los accidentes producidos por la energía eléctrica	46
Comportamiento en casos de accidentes eléctricos	48
Instalaciones eléctricas	50
Prevención de riesgo eléctrico	54
Las reglas de oro	54
Prevención de accidentes de origen eléctrico	56
Lugares de trabajos seguros	56

Ambinete seguros	57
Ropa y elementos de protección personal	58
Operación segura de los equipos	58
Enchufes eléctricos y cables de tensión	59
Escaleras	59
Normas básicas en trabajos con circuitos energizados	60
Puntos de contacto posible	67
Conceptos de fase, neutro a tierra	67
Aplicación práctica de principios de protección	71
A nivel del usuario doméstico	71
Protección en instalaciones industriales y de distribución de energía ..	72
Trabajos en instalaciones con riesgo de incendio o explosión	74
Trabajos en instalaciones de alta tensión	74
Trabajos en instalaciones de baja tensión	74
Trabajos en proximidad	75
Seguridad en redes aéreas desenergizadas	75
Seguridad en redes aéreas energizadas	76
Seguridad en cajas subterráneas	77
Trabajos de montaje y puesta en servicio de subestaciones, transformadores	78
Seguridad en subestaciones de distribución	78
Elementos de protección personal	79
Protección en instalaciones	79
Protecciones para evitar consecuencias	79
Trabajos en cámaras subterráneas	83
Riesgos inherentes al trabajo	85
Requerimientos básicos	85
Recomendaciones para realizar un trabajo seguro	86
Norma básica de seguridad riesgo eléctrico	86
Seguridad en el uso de herramientas eléctricas	87
Normas generales de seguridad	88
Electricidad estática	95
Riesgos	100
Peligro de las descargas electrostáticas en las superficies de los líquidos	101
Cargas electrostáticas de las personas	102
Medidas de prevención y protección frente al riesgo de la	

energía estática	103
Medidas de prevención	104
Control de atmósferas inflamables	104
Riesgos eléctricos en el hogar	105
Medidas correctivas y aplicables	106
Legislación colombiana	107
Factor riesgo mecánico	108
Introducción	108
Definición factor de riesgo mecánico	108
Herramientas manuales	109
Definición de algunas herramientas manuales	112
Principales riegos de las herramientas manuales	119
Principales defectos de las herramientas manuales	119
Control de riesgos	121
Recomendaciones específicas para algunas de las herramientas más comunes	127
Herramientas manuales mecanizadas	145
Herramientas manuales eléctricas	145
Herramientas manuales neumáticas	152
Equipos y elementos a presión	157
Operación y control	162
Normas básicas de seguridad	165
Criterios de diseño y normas de protección en recipientes a presión .	167
Reglas generales para el manejo	170
Reglas generales. Condiciones especiales	173
Manipulación de materiales	179
Introducción	179
Manipulación manual de materiales	180
Factores importantes en cuanto a las formas de manipulación de las cargas	181
Factores individuales en cuanto a las características físicas del trabajador	181
Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo	200
Autovaloración	202
Resultados concretos	212
Verificación anatómica	213
Transporte de materiales	223

Transporte con ayudas mecánicas	223
Almacenamiento de materiales	226
Protección de maquinaria	246
Introducción	246
Peligros generados por las máquinas	249
Otros peligros originados por las máquinas	249
Legislación colombiana	361

INTRODUCCIÓN

El uso de la energía eléctrica, es hoy en día algo común, como el comer, caminar, respirar, etc. Hoy no se concibe una vida sin el uso de la electricidad. En todo el quehacer diario, en todas las actividades del ser humano participa activamente, la usamos y muchas veces abusamos, sin detenernos a pensar en los peligros que su uso conlleva.

El hombre a través del tiempo ha buscado mejorar sus condiciones de confort tanto en su vida cotidiana como el campo productivo, desarrollando para ello nuevas formas de energía, desde el vapor, pasando por el uso de combustibles en motores de combustión interna hasta llegar a la electricidad. Esta forma de energía limpia que no despidе gases ni humos, puede ser producida a grandes distancias del punto de utilización o consumo, con un fácil y barato transporte, con un alto rendimiento de transformación en otras formas de energía. Son muchas las ventajas que hacen hoy a la electricidad la forma de energía más utilizable en todo el mundo, pero como toda forma de energía debe ser tratada con respeto. Para su uso cómodo y de bajo costo, deben considerarse ciertas precauciones, de lo contrario, todas las bondades de este tipo de energía pasan a ser letra muerta frente a la magnitud de los siniestros y a la destrucción que también pueden ocasionar.

La utilización tanto industrial como residencial de la corriente eléctrica trajo consigo la aparición de un nuevo tipo de accidentes: los originados por el contacto accidental y aparatos bajo tensión eléctrica. Hasta entonces, prácticamente todos los accidentes de tipo eléctrico eran causados por el rayo, por consiguiente, no presentaban los aspectos característicos del accidente de trabajo; con la aparición de la corriente eléctrica la accidentalidad constituye un factor no despreciable del índice de mortalidad, siendo necesario implementar programas educativo preventivos, vigilancia y aplicación de normas que garanticen la óptima utilización de la corriente eléctrica y la minimización de la accidentalidad.

Por las razones ya expuestas, en el último tiempo se ha experimentado un gran adelanto en el control de la electricidad, tanto en su uso como en los riesgos que ella presenta y es así como hoy se pueden desarrollar complejas obras de ingeniería con una máxima seguridad y una eficiencia casi óptima. No obstante, los accidentes siguen existiendo, ya que aún está presente el riesgo en la utilización, operación y conservación o mantenimiento de dichas instalaciones, puesto que es precisamente aquí donde entra a jugar el factor humano. No debe olvidarse que al riesgo de accidente eléctrico no solamente están expuestos los profesionales y los trabajadores en general que han hecho del mantenimiento y diseño de instalaciones eléctricas su trabajo, sino también están los usuarios, dueños de casa, niños y personas en general, incluso el mismo instalador eléctrico acabada su jornada laboral, pasa a ser un usuario más de la energía eléctrica.

De aquí entonces la enorme responsabilidad que recae sobre el ingeniero, jefe o supervisor, operarios, el que proyecta, construye y debe efectuar la recepción de una instalación tanto en el sentido de no aceptar la existencia de ningún riesgo eléctrico que constituya una condición insegura, como así mismo preocuparse de que el personal adquiera las competencias necesarias para que no incurra en acciones inseguras atentando contra su seguridad, la de sus semejantes y las instalaciones propias y ajenas.

Con la divulgación de las diferentes medidas de prevención, se ha ido efectuando desde hace años, numerosas investigaciones y estudios fisiopatológicos y clínicos sobre las condiciones en que se producen las lesiones corporales, sus diversas modalidades y los tratamientos que se deben aplicar.

Muy pocas personas saben que la corriente eléctrica puede dar origen a accidentes mortales, sobre todo entre operarios que trabajan en el sector eléctrico, tienen la creencia de que 110 voltios no pueden causar ningún daño grave. Esta creencia se debe a que en su trabajo ya han recibido algunas descargas sin que el daño haya sido grave. Sin embargo, las estadísticas demuestran que se producen accidentes mortales por esta falsa apreciación. Esta idea proviene del desconocimiento de los efectos de la corriente en el cuerpo humano.

El hombre en su actividad cotidiana y en el desempeño de su actividad laboral debe estar libre de peligro, daño o riesgo como condición de bienestar y calidad de vida.

El uso de la energía eléctrica es un indicador de calidad de vida pero su empleo y manipulación implican riesgos tanto a nivel doméstico como laboral

que pueden ocasionar daños y pérdidas humanas, financieras y materiales, que pueden minimizarse con la aplicación de normas y procedimientos, conceptos de prevención y elementos de protección personal que con el debido cumplimiento y uso, garantiza lugares de trabajo y tránsito confiables y seguros.

La vivienda, el trabajo, servicios y la industria presentan niveles de riesgo variados, asociados con los procesos de generación, transmisión, distribución y empleo de la corriente eléctrica, que exigen estrategias educativas y entrenamiento orientados a reducir la probabilidad de ocurrencia de los accidentes y eventos indeseados.

Con el presente documento no se pretende establecer un manual de seguridad eléctrica, sino presentar las bases para que el personal que labora o que debe exponerse a este factor de riesgo pueda asumir en forma responsable su trabajo minimizando en cuanto sea posible los efectos que se puedan presentar. Para acciones de diseño, montaje y mantenimiento de redes o aparatos eléctricos siempre se debe recurrir a personal calificado.

En Colombia existe la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 o código eléctrico colombiano que debe ser consultado para acciones de mayor complejidad. El objeto fundamental de este reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten del cumplimiento de los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Establece las exigencias y especificaciones que garantizan la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas. Igualmente, es un instrumento, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal o vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

FACTOR DE RIESGO ELÉCTRICO

Según la Guía Técnica Colombiana 45 GTC en factor de riesgo eléctrico se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas y los equipos que al entrar en contacto con las personas o las instalaciones y materiales pueden provocar lesiones a las personas y daños a la propiedad.

CLASIFICACIÓN

Corriente continua

Corriente alterna

Alta tensión

Baja tensión

Electricidad estática

PRINCIPALES FUENTES GENERADORAS

Instalaciones y mantenimiento eléctrico residencial e industrial, tableros de control y distribución; montaje, cableado de equipos de alta y baja potencia, montaje y mantenimiento de redes, sistemas de distribución eléctrico industrial y residencial, transmisores de energía, etc.

Teoría electrónica

El estudio de la electricidad está ligado a la constitución de la materia y todos los efectos de la electricidad pueden ser explicados y predecidos presumiendo la existencia de una diminuta partícula denominada electrón.

Esta teoría afirma que todos los efectos eléctricos obedecen al desplazamiento de electrones de un lugar a otro.

Si dividimos cualquier material en pequeñas partes, llegaremos a una parte mínima que aún tiene las mismas características del trozo original, a esta parte mínima se le llama molécula, pero aún esta parte está compuesta por una serie de sistemas llamados átomos, los que al igual que el sistema solar, están constituidos por un centro a cuyo alrededor giran una serie de partículas en órbitas claramente establecidas. Este centro llamado núcleo tiene neutrones y protones, estos últimos con carga eléctrica positiva. En cambio, alrededor del núcleo giran a gran velocidad pequeñas partículas llamadas electrones los que tienen carga eléctrica negativa. Estos electrones giran en órbitas definidas debido a una fuerza de atracción que ejerce el núcleo sobre estos; obviamente los electrones que más cerca del núcleo se encuentran, son atraídos con mayor fuerza, por lo que los electrones de la periferia son fáciles de "sacar" de sus órbitas.

Otra característica propia de los átomos es que en su estado natural y de equilibrio, son sistemas eléctricamente neutros, es decir, tienen igual número de protones (carga positiva) y de electrones (carga negativa). Por lo que al sacar un electrón de su órbita, ese átomo queda cargado positivamente o posee más protones que electrones. Ahora bien, si el "electrón libre" llega a otro átomo neutro, éste quedará cargado negativamente al tener más electrones que protones. De esta forma la corriente eléctrica no es más que el movimiento de electrones.

En la naturaleza existen elementos que tienen muchos electrones libres como el cobre, aluminio, plata y metales en general, al igual que existen otros que poseen sus electrones fuertemente unidos, tales como la madera seca, el vidrio, los plásticos, etc.

Los materiales conocidos como buenos conductores de la corriente eléctrica son los que poseen muchos electrones libres.

Ahora bien, para producir el movimiento de electrones a través del material, debe existir alguna presión que genere dicho movimiento, esta presión se conoce como voltaje, tensión o diferencia de potencial.

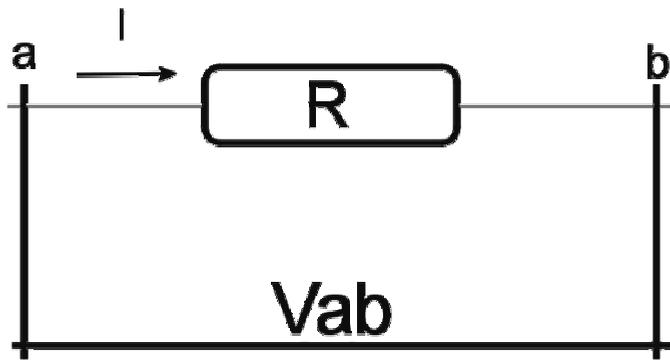
De lo anterior, aparece otro concepto, porque si bien se sabe que para producir el movimiento se necesita una presión, no es menos cierto que a todo movimiento siempre se le opone "algo" que trata de que se mantenga el reposo, llamado resistencia eléctrica, por lo tanto, aquellos materiales con electrones más ligados oponen una mayor resistencia al paso de la corriente, por lo que son utilizados como materiales aislantes.

Finalmente, si bien es cierto que el voltaje produce el movimiento y la resistencia eléctrica se opone a él, falta saber cuántos electrones son los que van a ser sacados de su "reposo" y vencer esta resistencia. Esta magnitud es la conocida como intensidad de corriente o corriente eléctrica, es decir, la cantidad de electrones que circulan por el material. Este tipo de electricidad es la más conocida, llamada también electricidad dinámica o en movimiento, pero no es el único tipo, ya que existe otra no muy conocida a la cual no se le ha dado la importancia necesaria, esta es la electricidad estática.

ELECTRICIDAD

Es un agente físico presente en todo tipo de materia que bajo ciertas condiciones especiales se manifiesta como una diferencia de potencial entre dos puntos de dicha materia. La electricidad es una forma de energía, es interacción

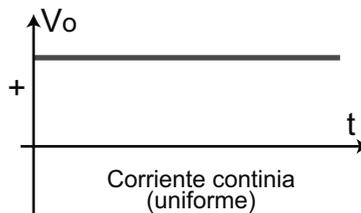
entre cargas positivas y negativas. La corriente eléctrica es la forma en la que la electricidad es más fácil de encontrar hoy día y difiere de la electricidad estática (producida por reacciones mutuas entre cargas en reposo, donde un cuerpo queda cargado con cargas positivas y el otro con cargas negativas) en que la carga eléctrica se halla en movimiento, las cargas se desplazan recorriendo un camino cerrado a través del cual es dirigida la corriente y recibe el nombre de circuito eléctrico.



Cuando la dirección del movimiento de las cargas que constituye corriente eléctrica es siempre la misma, recibe el nombre de corriente continua, en cambio, cuando su dirección cambia con cierta regularidad, se llama corriente alterna

TIPOS DE ELECTRICIDAD

Corriente continua: La tensión, intensidad de corriente y resistencia no varían.
Ejemplo: batería.



Representación de la tensión en corriente continua.

La **corriente continua** (CC en español, en inglés DC, de *Direct Current*) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna (CA en español, AC en inglés), en este caso, las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección del punto de mayor potencial al de menor potencial.

La corriente continua, es el resultado de el flujo de electrones (carga negativa) por un conductor (alambre de cobre casi siempre), que va del terminal negativo al terminal positivo de la batería (circula en una sola dirección), pasando por una carga. Un foco / bombillo en este caso.

La corriente continua no cambia su magnitud ni su dirección con el tiempo.

Para ser consecuentes con la convención existente, se toma a la corriente como positiva y ésta circula desde el terminal positivo al terminal negativo. Lo que sucede es que un electrón al avanzar por el conductor va dejando un espacio [hueco] positivo que a su vez es ocupado por otro electrón que deja otro espacio [hueco] y así sucesivamente, generando una serie de huecos que viajan en sentido opuesto de los electrones y que se puede entender como el sentido de la corriente positiva que se conoce.

No es equivocación, la corriente sale del terminal negativo y termina en el positivo. Lo que sucede es, que es un flujo de electrones que tienen carga negativa.

Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo la suministrada por una batería), es importante aclarar que es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad.

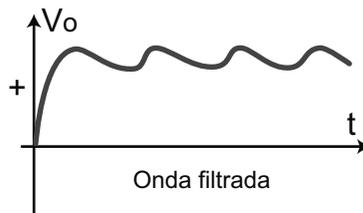
Usos

Su descubrimiento se remonta a la invención de la primera pila por parte del científico italiano Conde Alessandro Volta. No fue hasta los trabajos de Thomas Alva Edison sobre la generación de electricidad en las postrimerías del siglo XIX, cuando la corriente continua comenzó a emplearse para la transmisión de la energía eléctrica. Ya en el siglo XX este uso decayó en favor de la corriente alterna (propuesta por el inventor serbo-estadounidense Nikola Tesla, sobre cuyos desarrollos se construyó la primera central hidroeléctrica en las Cataratas del Niágara) por sus menores pérdidas en la transmisión a largas distancias. Hoy se utiliza todavía en la conexión de redes eléctricas de diferente frecuencia y en la transmisión a través de cables submarinos.

La corriente continua es empleada en infinidad de aplicaciones y aparatos de pequeño voltaje alimentados con baterías (algunas veces recargables) que suministran directamente dicha corriente, o bien con corriente alterna como es el caso, por ejemplo, de los computadores, siendo entonces necesario realizar previamente la conversión de la corriente alterna de alimentación en corriente continua.

También se está extendiendo el uso de generadores de corriente continua mediante células solares, dado el nulo impacto medioambiental del uso de la energía solar frente a las soluciones convencionales (combustible fósil y energía nuclear).

Conversión de corriente alterna en continua



Rectificación de la tensión en corriente continua.

Este proceso, denominado rectificación, se realiza mediante dispositivos llamados rectificadores, basados en el empleo de tubos de vacío y actualmente, de forma casi general, mediante diodos semiconductores o tiristores.

Polaridad

Generalmente los aparatos de corriente continua no suelen incorporar protecciones frente a un eventual cambio de polaridad, lo que puede acarrear daños irreversibles en el aparato. Para evitarlo, y dado que la causa del problema es la colocación inadecuada de las baterías, es común que los aparatos incorporen un diagrama que muestra la forma correcta; así mismo, los contactos se distinguen empleándose convencionalmente un muelle (resorte) metálico para el polo negativo y una placa para el polo positivo. En los aparatos con baterías recargables, el transformador-rectificador tiene una salida tal que la conexión con el aparato sólo puede hacerse de una manera, impidiendo así la inversión de la polaridad.

En los casos de instalaciones de gran envergadura, tipo centrales telefónicas y otros equipos de telecomunicación, donde existe una distribución centralizada de corriente continua para toda la sala de equipos, se emplean elementos de conexión y protección adecuados para evitar la conexión errónea de polaridad.

CORRIENTE ALTERNA: Tensión y corriente varían en forma periódica a lo largo del tiempo.

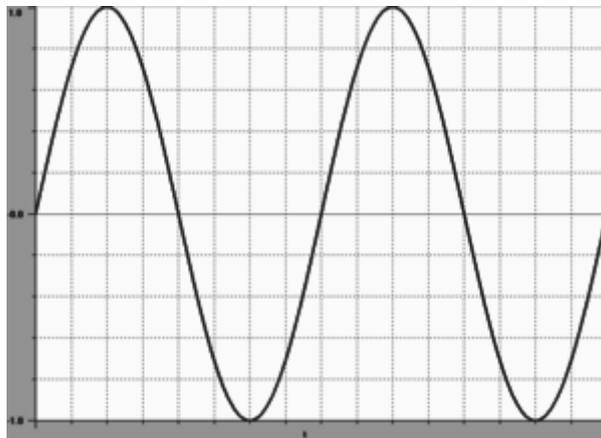


Figura 1: Onda sinusoidal.

Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente.

La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda sinusoidal (figura 1), puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de onda periódicas, tales como la triangular o la cuadrada.

Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna. En estos usos, el fin más importante suele ser la transmisión y recuperación de la información codificada (o modulada) sobre la señal de la CA.

Historia

A partir de los trabajos iniciales del físico Nikola Tesla, el también físico Guillermo Stanley, diseñó en 1885, uno de los primeros dispositivos prácticos para transferir la CA eficientemente entre dos circuitos eléctricamente aislados. Su idea fue la de enrollar un par de bobinas en una base de hierro común, denominada bobina de inducción. De este modo obtuvo lo que sería el precursor del actual transformador. El sistema usado hoy en día fue ideado fundamentalmente por Nikola Tesla, y pronto perfeccionado por George Westinghouse, Lucien Gaulard, Juan Gibbs y Oliver Shallengeter entre los años a 1881 a 1889. Estos sistemas superaron las limitaciones que aparecían al emplear la corriente continua (CC), según se pusieron de manifiesto en el sistema inicial de distribución comercial de la electricidad, utilizado por Thomas Edison.

La primera transmisión interurbana de la corriente alterna ocurrió en 1891, cerca de Telluride, Colorado, a la que siguió algunos meses más tarde otra en Alemania. A pesar de las notorias ventajas de la CA frente a la CC, Thomas Edison siguió abogando fuertemente por el uso de la corriente continua, de la que poseía numerosas patentes. Utilizando corriente alterna, Charles Proteus Steinmetz, de General Electric, pudo solucionar muchos de los problemas asociados a la producción y transmisión eléctrica.

Corriente alterna vs. continua

La razón del amplio uso de la corriente alterna viene determinada por su facilidad de transformación, cualidad de la que carece la corriente continua.

La energía eléctrica viene dada por el producto de la tensión, la intensidad y el tiempo. Dado que la sección de los conductores de las líneas de transporte de energía eléctrica depende de la intensidad, podemos, mediante un transformador, elevar el voltaje hasta altos valores (alta tensión). Con esto la misma energía puede ser distribuida a largas distancias con bajas intensidades de corriente y, por tanto, con bajas pérdidas por causa del efecto Joule. Una vez en el punto de utilización o en sus cercanías, el voltaje puede ser de nuevo reducido para su uso industrial o doméstico de forma cómoda y segura.

Las matemáticas y la corriente alterna sinusoidal

Algunos tipos de ondas periódicas tienen el inconveniente de no tener definida su expresión matemática, por lo que no se puede operar analíticamente con ellas. Por el contrario, la onda sinusoidal no tiene esta indeterminación matemática y presenta las siguientes ventajas:

- La función seno está perfectamente definida mediante su expresión analítica y gráfica. Mediante la teoría de los números complejos se analizan con suma facilidad los circuitos de alterna.
- Las ondas periódicas no sinusoidales se pueden descomponer en suma de una serie de ondas sinusoidales de diferentes frecuencias que reciben el nombre de armónicos. Esto es una aplicación directa de las series de Fourier.
- Se pueden generar con facilidad y en magnitudes de valores elevados para facilitar el transporte de la energía eléctrica.
- Su transformación en otras ondas de distinta magnitud se consigue con facilidad mediante la utilización de transformadores.

Onda sinusoidal

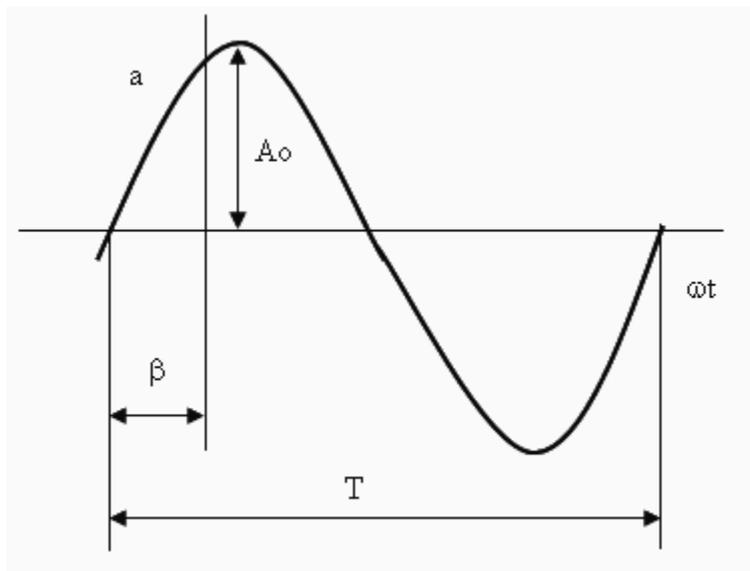


Figura 2: Parámetros característicos de una onda sinusoidal

Una señal sinusoidal $a(t)$ tensión, $v(t)$, o corriente $i(t)$, se puede expresar matemáticamente según sus parámetros característicos (figura 2), como una función del tiempo por medio de la siguiente ecuación:

$$a(t) = A_0 \cdot \sin(\omega t + \beta)$$

Donde

A_0 es la *amplitud* en voltios o amperios (también llamado *valor máximo o de pico*),

w la pulsación en radianes/segundo,

t el tiempo en segundos, y

β el ángulo de fase inicial en radianes.

Dado que la velocidad angular es más interesante para matemáticos que para ingenieros, la fórmula anterior se suele expresar como:

$$a(t) = A_0 \cdot \sin(2\pi ft + \beta)$$

Donde

f es la frecuencia en hercios (Hz) y equivale a la inversa del período ($f=1/T$). Los valores más empleados en la distribución son 50 Hz y 60 Hz.

Valores significativos

A continuación se indican otros valores significativos de una señal sinusoidal:

- **Valor instantáneo** ($a(t)$): Es el que toma la ordenada en un instante, t , determinado.
- **Valor pico a pico** (A_{pp}): Diferencia entre su pico o máximo positivo y su pico negativo. Dado que el valor máximo de $\text{sen}(x)$ es $+1$ y el valor mínimo es -1 , una señal sinusoidal que oscila entre $+A_0$ y $-A_0$. El valor de pico a pico, escrito como A_{p-p} , es por lo tanto $(+A_0) - (-A_0) = 2 \times A_0$.
- **Valor medio** (A_{med}): Valor del área que forma con el eje de abscisas partido por su período. El área se considera positiva si está por encima del eje de abscisas y negativa si está por debajo. Como en una señal sinusoidal el semiciclo positivo es idéntico al negativo, su valor medio es nulo. Por eso el valor medio de una onda sinusoidal se refiere a un semiciclo. Mediante el cálculo integral se puede demostrar que su expresión es la siguiente:

$$A_{med} = \frac{2A_0}{\pi}$$

- **Valor eficaz** (A): Su importancia se debe a que este valor es el que produce el mismo efecto calorífico que su equivalente en corriente continua. Matemáticamente, el valor eficaz de una magnitud variable con el tiempo,

se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de los valores instantáneos alcanzados durante un período:

$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2 dt}$$

En la literatura inglesa este valor se conoce como r.m.s. (*root mean square*, valor cuadrático medio). En la industria, el valor eficaz es de gran importancia ya que casi todas las operaciones con magnitudes energéticas se hacen con dicho valor. De ahí que por rapidez y claridad se represente con la letra mayúscula de la magnitud que se trate (I, V, P, etc.). Matemáticamente se demuestra que para una corriente alterna sinusoidal el valor eficaz viene dado por la expresión:

$$A = \frac{A_0}{\sqrt{2}}$$

El valor **A**, tensión o intensidad, es útil para calcular la potencia consumida por una carga. Así, si una tensión de corriente continua (CC), V_{CC} , desarrolla una cierta potencia P en una carga resistiva dada, una tensión de CA de V_{rms} desarrollará la misma potencia P en la misma carga si $V_{rms} = V_{CC}$.

Para ilustrar prácticamente los conceptos anteriores, consideremos, por ejemplo, la corriente alterna en la red eléctrica doméstica:

Cuando decimos que su valor es de 230 V CA, estamos diciendo que su *valor eficaz* (al menos nominalmente) es de 230 V, lo que significa que tiene los mismos efectos caloríficos que una tensión de 230 V de CC.

Su voltaje de pico (amplitud), se obtiene despejando de la ecuación antes reseñada:

$$V_0 = V_{rms} \times \sqrt{2}$$

Así, para nuestra red de 230 V CA, el *voltaje de pico* es de aproximadamente 325 V y de 650 V (el doble) el *voltaje de pico a pico*.

Su frecuencia es de 50 Hz, lo que equivale a decir que cada ciclo de la onda sinusoidal tarda 20 ms en repetirse. El voltaje de pico positivo se alcanza a los 5 ms de pasar la onda por cero (0 V) en su incremento, y 10 ms después se

alcanza el voltaje de pico negativo. Si se desea conocer, por ejemplo, el valor a los 3 ms de pasar por cero en su incremento, se empleará la función sinusoidal:

$$v(t) = V_0 \cdot \sin(2\pi ft) = 325 \sin(2\pi \cdot 50 \cdot 3 \cdot 10^{-3}) =$$

$$311 \sin(0,3\pi) \approx 262,9 \text{ V}$$

Representación fasorial

Una función sinusoidal puede ser representada por un vector giratorio (figura 3), al que se denomina **fasor** o **vector de Fresnel**, que tendrá las siguientes características:

- Girará con una velocidad angular ω .
- Su módulo será el valor máximo o el eficaz, según convenga.

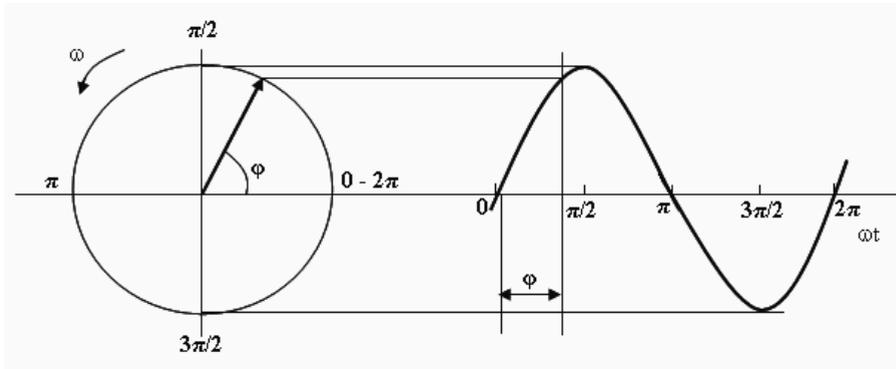


Figura 3: Representación fasorial de una onda sinusoidal

La razón de utilizar la representación fasorial está en la simplificación que ello supone. Matemáticamente, un fasor puede ser definido fácilmente por un número complejo, por lo que puede emplearse la teoría de cálculo de estos números para el análisis de sistemas de corriente alterna.

Consideremos, a modo de ejemplo, una tensión de CA cuyo valor instantáneo sea el siguiente:

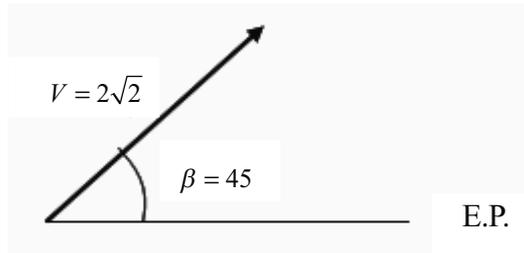


Figura 4: Ejemplo de fasor tensión (E. P.: eje polar).

$$v(t) = 4 \sin\left(1000t + \frac{\pi}{4}\right)$$

Tomando como módulo del fasor su valor eficaz, la representación gráfica de la anterior tensión será la que se puede observar en la figura 4, y se anotará:

$$\vec{V} = 2\sqrt{2}e^{\frac{\pi j}{4}} = 2\sqrt{2}/45j$$

denominadas formas polares, o bien:

$$\vec{V} = 2 + 2j$$

Denominada forma binómica.

Corriente trifásica

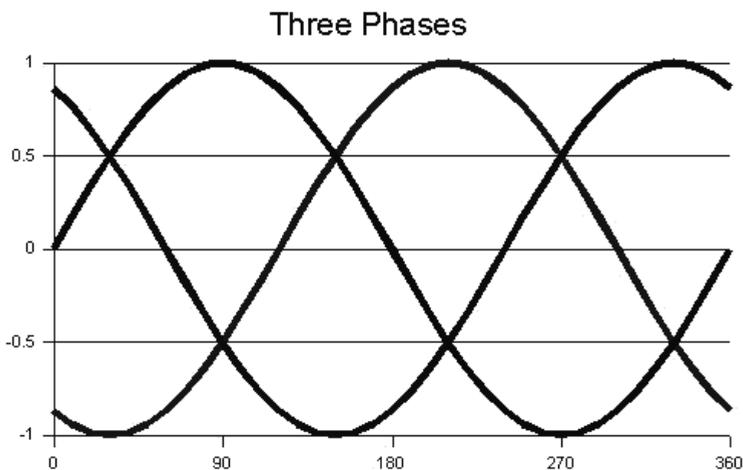


Figura 5: Distintas fases de una corriente trifásica.

La generación trifásica de energía eléctrica es la forma más común y la que provee un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es común mayoritariamente para uso en industrias donde muchas de las máquinas funcionan con motores para esta tensión.

La corriente trifásica está formada por un conjunto de tres formas de onda, desfasadas una respecto a la otra 120 grados, según el diagrama que se muestra en la figura 5.

Las corrientes trifásicas se generan mediante alternadores dotados de tres bobinas o grupos de bobinas, arrolladas sobre tres sistemas de piezas polares equidistantes entre sí. El retorno de cada uno de estos circuitos o fases se acopla en un punto, denominado neutro, donde la suma de las tres corrientes es cero, con lo cual el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables.

El sistema trifásico es un tipo dentro de los sistemas polifásicos de generación eléctrica, aunque con mucho el más utilizado.

Corriente alterna monofásica: 220V; 50 Hz.

Corriente alterna trifásica: 380V; 50 Hz.

DIFERENCIAS ENTRE CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA

La corriente continua (CC o DC) se genera a partir de un flujo continuo de electrones (cargas negativas) siempre en el mismo sentido, desde el polo negativo de la fuente al polo positivo. Al desplazarse en este sentido los electrones, los huecos o ausencias de electrones (cargas positivas) lo hacen en sentido contrario, es decir, desde el polo positivo al negativo.

Por convenio, se toma como corriente eléctrica al flujo de cargas positivas, como consecuencia del flujo de electrones, por tanto el sentido de la corriente eléctrica es del polo positivo de la fuente al polo negativo y contrario al flujo de electrones y siempre tiene el mismo signo.

La corriente continua se caracteriza por su tensión, porque, al tener un flujo de electrones prefijado pero continuo en el tiempo, proporciona un valor fijo de ésta (de signo continuo), en la gráfica V-t (tensión tiempo) se representa como una línea recta de valor V.

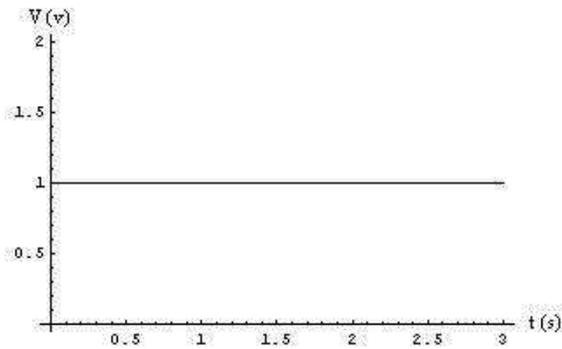


Figura 6: Ejemplo: Corriente de +1v

En la corriente alterna (CA o AC), los electrones no se desplazan de un polo a otro, sino que a partir de su posición fija en el cable (centro), oscilan de un lado al otro de su centro, dentro de un mismo entorno o amplitud, a una frecuencia determinada (número de oscilaciones por segundo).

Por tanto, la corriente así generada (contraria al flujo de electrones) no es un flujo en un sentido constante, sino que va cambiando de sentido y por tanto de signo continuamente, con tanta rapidez como la frecuencia de oscilación de los electrones.

En la gráfica V-t, la corriente alterna se representa como una curva u onda, que puede ser de diferentes formas (cuadrada, sinusoidal, triangular) pero siempre caracterizada por su amplitud (tensión de cresta positiva a cresta negativa de onda), frecuencia (número de oscilaciones de la onda en un segundo) y período (tiempo que tarda en dar una oscilación).

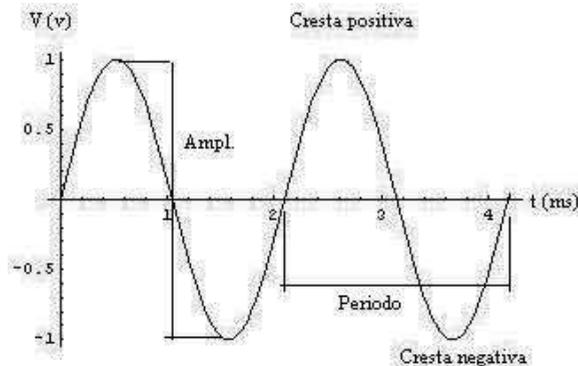


Figura 7: Ejemplo: Corriente de 2Vpp (pico a pico) de amplitud, frecuencia 476'2 Hz (oscilaciones /seg)

También se pueden emplear corrientes combinación de ambas, donde la componente continua eleva o descende la señal alterna de nivel.

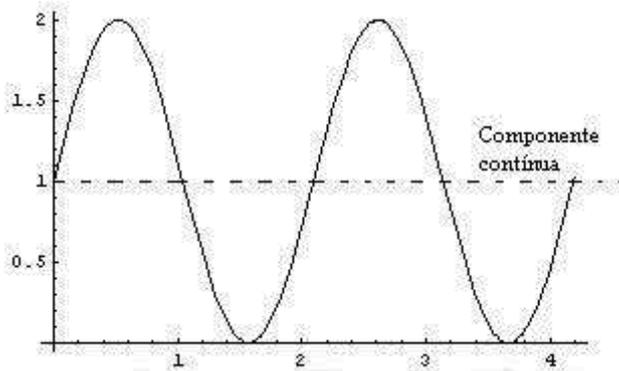


Figura 8: Ejemplo: Aplicando las dos señales anteriores

Factores técnicos

Ley de Ohm

Los tres conceptos vistos anteriormente están relacionados entre sí, tan estrechamente que la corriente que circula por un circuito está limitada por la resistencia del conductor y dependerá de la magnitud del voltaje aplicado.

En su forma básica la Ley de Ohm se expresa de la siguiente forma:

$$I = \frac{V}{R} \quad , \text{ donde}$$

I: intensidad de corriente

V: voltaje aplicado

R: resistencia del conductor

Los efectos de la corriente sobre el cuerpo humano dependen los siguientes factores:

El tipo y magnitud de la corriente: Generalmente, cuanto mayor es el voltaje y el amperaje, mayor es la lesión producida por cualquier tipo de corriente.

La corriente continua (CC), que tiene una frecuencia cero (aunque puede ser intermitente o bursátil) es menos peligrosa que la corriente alterna (CA). Los efectos de la corriente alterna sobre el organismo dependen fundamentalmente de su frecuencia. Las corrientes de baja frecuencia son más habituales y más peligrosas que las corrientes de alta frecuencia, y de 3 a 5 veces más peligrosas que las corrientes continuas del mismo voltaje y amperaje.

La CC tiende a provocar una contracción convulsiva, que separa a menudo a la víctima del foco de contacto y evita una mayor exposición a la corriente. La CA de 60 Hz provoca tetanía muscular, que suele "congelar" la mano sobre el circuito eléctrico, ya que el puño se cierra sobre el punto de contacto y puede provocar una exposición prolongada con quemaduras graves, si el voltaje es elevado.

Corriente eléctrica (I)

Como ya se ha dicho, corriente eléctrica o **intensidad de corriente** es la cantidad de electrones que van pasando por la sección transversal de un conductor por una unidad de tiempo determinada. La unidad eléctrica más simple es el "coulomb".

De lo anterior se desprende, que la corriente eléctrica no es más que un flujo y se puede medir su proporción de flujo en coulomb por segundos. La proporción de flujo es una de las medidas más usadas, y es tan importante que actualmente se usa una sola palabra para reemplazar al término más largo de coulomb por segundo. Esa palabra es "amperio".

$$1 \text{ coulomb} = 6,24 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

$$1(\text{coulomb/seg}) = 1 \text{ amperio (A)}$$

Dependiendo del tipo de trabajo, las cantidades de corriente o amperios, serán grandes o pequeñas. Es por eso que en muchas especialidades eléctricas se usarán para hablar de gran cantidad de amperios o de cantidades muy pequeñas.

Ejemplo:

$$1 \text{ KA} = 1000 \text{ amperios}$$

La física clásica nos entrega la siguiente definición de intensidad de corriente: "es un movimiento organizado de electrones que circula por los conductores o receptores en un segundo".

A fin de medir correctamente una corriente, el medidor no debe causar ninguna interferencia en la corriente que se mide. Para ello el instrumento debe ser tal que permita el paso de la corriente eléctrica oponiendo el mínimo de resistencia. Dicho instrumento de medida es el "amperio metro" o "amperímetro".

El amperímetro tiene por objeto averiguar cuánta corriente hay en alguna parte del circuito eléctrico, por lo que la corriente que pasa por el equipo o circuito debe pasar también por el instrumento de medición, es decir, el amperímetro debe ser conectado en serie con el circuito en estudio. Un amperímetro conectado directamente a una fuente de corriente o en paralelo con un aparato o circuito, actúa como un corto circuito.

EL CIRCUITO ELÉCTRICO

El circuito eléctrico está normalmente compuesto por: la fuente que tiene por lo menos dos bornes que proporciona la tensión que permite hacer circular la corriente eléctrica. Los conductores que aseguran la continuidad eléctrica del circuito sin la cual no puede circular la corriente. El receptor que es el elemento dentro del cual se va a manifestar el efecto producido por el paso de la corriente, puede ser: térmico una parrilla eléctrica, magnético en el caso de un motor, químico cuando se tiene una batería. Interruptores o aparatos de corte o interrupción al paso de la corriente.

EFFECTOS DE LA ELECTRICIDAD EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE

Con el fin de comprender los efectos que la electricidad tiene sobre el organismo, se tiene en cuenta lo presentado en la NTP 400: Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo Español:

Efectos de la corriente

Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo pueden ocasionar desde lesiones físicas secundarias (golpes, caídas, etc.), hasta la muerte por fibrilación ventricular.

Una persona se electriza cuando la corriente eléctrica circula por su cuerpo, es decir, cuando la persona forma parte del circuito eléctrico, pudiendo, al menos,

distinguir dos puntos de contacto: uno de entrada y otro de salida de la corriente. La electrocución se produce cuando dicha persona fallece debido al paso de la corriente por su cuerpo.

La fibrilación ventricular consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual, deja de enviar sangre a los distintos órganos y, aunque esté en movimiento, no sigue su ritmo normal de funcionamiento.

Por tetanización entendemos el movimiento incontrolado de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica. Dependiendo del recorrido de la corriente perderemos el control de las manos, brazos, músculos pectorales, etc.

La asfixia se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio.

Otros factores fisiopatológicos tales como contracciones musculares, aumento de la presión sanguínea, dificultades de respiración, paro temporal del corazón, etc. pueden producirse sin fibrilación ventricular. Tales efectos no son mortales, son normalmente reversibles y a menudo, producen marcas por el paso de la corriente. Las quemaduras profundas pueden llegar a ser mortales.

Para las quemaduras se han establecido unas curvas (figura 1) que indican las alteraciones de la piel humana en función de la densidad de corriente que circula por un área determinada (mA/mm^2) y el tiempo de exposición a esa corriente. Se distinguen las siguientes zonas:

- Zona 0: habitualmente no hay alteración de la piel, salvo que el tiempo de exposición sea de varios segundos, en cuyo caso, la piel en contacto con el electrodo puede tomar un color grisáceo con superficie rugosa.
- Zona 1: se produce un enrojecimiento de la piel con una hinchazón en los bordes donde estaba situado el electrodo.
- Zona 2: se provoca una coloración parda de la piel que estaba situada bajo el electrodo. Si la duración es de varias decenas de segundos se produce una clara hinchazón alrededor del electrodo.
- Zona 3: se puede provocar una carbonización de la piel.

Es importante resaltar que con una intensidad elevada y cuando las superficies de contacto son importantes se puede llegar a la fibrilación ventricular sin ninguna alteración de la piel.

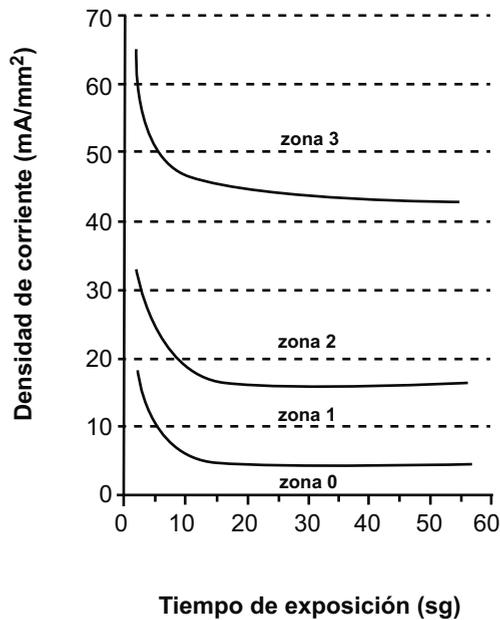


Figura 9: Efecto sobre la piel

En la figura 10 se indican los efectos que produce una corriente alterna de frecuencia comprendida entre 15 y 100 Hz con un recorrido mano izquierda-los dos pies. Se distinguen las siguientes zonas:

- Zona 1: habitualmente ninguna reacción.
- Zona 2: habitualmente ningún efecto fisiológico peligroso.
- Zona 3: habitualmente ningún daño orgánico. Con duración superior a 2 segundos se pueden producir contracciones musculares dificultando la respiración, paradas temporales del corazón sin llegar a la fibrilación ventricular,...
- Zona 4: riesgo de paro cardíaco por: fibrilación ventricular, paro respiratorio, quemaduras graves,...

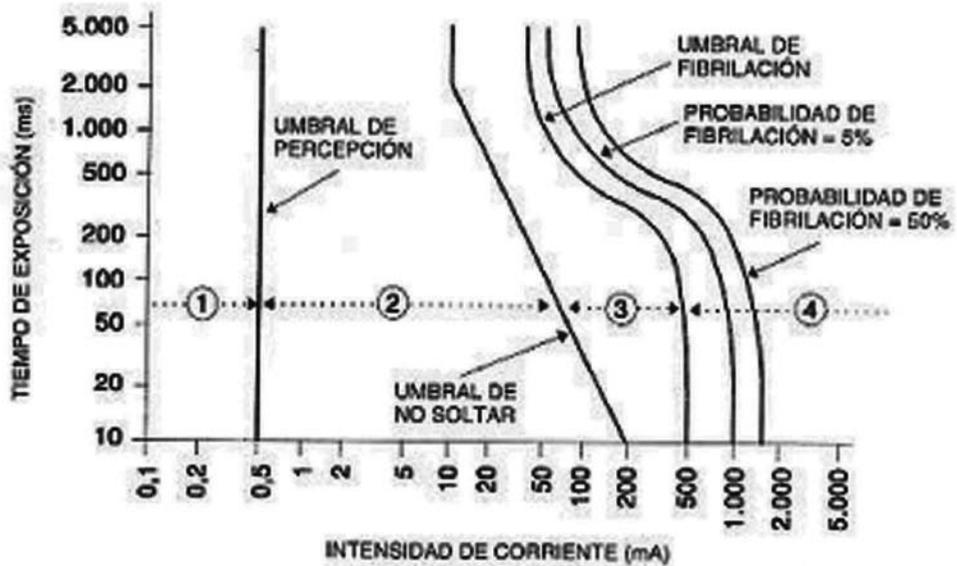


Figura 10: Corriente alterna, efecto en el organismo

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

Intensidad de la corriente

Es uno de los factores que más inciden en los efectos y lesiones ocasionados por el accidente eléctrico. En relación con la intensidad de corriente, son relevantes los conceptos que se indican a continuación.

Umbral de percepción: es el valor mínimo de la corriente que provoca una sensación en una persona a través de la que pasa esta corriente. En corriente alterna esta sensación de paso de la corriente se percibe durante todo el tiempo de paso de la misma; sin embargo, con corriente continua solo se percibe cuando varía la intensidad, por ello son fundamentales el inicio y la interrupción del paso de la corriente, ya que entre dichos instantes no se percibe el paso de la corriente, salvo por los efectos térmicos de la misma. Generalizando, se considera un valor de 0,5 mA en corriente alterna y 2 mA en corriente continua, cualquiera que sea el tiempo de exposición.

Umbral de reacción: es el valor mínimo de la corriente que provoca una contracción muscular.

Umbral de no soltar: cuando una persona tiene sujetos unos electrodos, es el valor máximo de la corriente que impide a esa persona soltarlos. En corriente alterna se considera un valor máximo de 10 mA, cualquiera que sea el tiempo de exposición. En corriente continua, es difícil establecer el umbral de no soltar ya que solo el comienzo y la interrupción del paso de la corriente provocan el dolor y las contracciones musculares.

Umbral de fibrilación ventricular: es el valor mínimo de la corriente que puede provocar la fibrilación ventricular. En corriente alterna, el umbral de fibrilación ventricular decrece considerablemente si la duración del paso de la corriente se prolonga más allá de un ciclo cardíaco. Adecuando los resultados de las experiencias efectuadas sobre animales a los seres humanos, se han establecido unas curvas, por debajo de las cuales no es susceptible de producirse. La fibrilación ventricular está considerada como la causa principal de muerte por choque eléctrico.

En corriente continua, si el polo negativo está en los pies (corriente descendente), el umbral de fibrilación es de aproximadamente el doble de lo que sería si el polo positivo estuviese en los pies (corriente ascendente). Si en lugar de las corrientes longitudinales antes descritas fuese una corriente transversal, la experiencia sobre animales hace suponer que solo se producirá la fibrilación ventricular con intensidades considerablemente más elevadas.

En la figura 11 se representan los efectos de una corriente continua ascendente con trayecto mano izquierda-los dos pies; se puede apreciar que para una duración de choque superior a un ciclo cardíaco el umbral de fibrilación en corriente continua es muy superior que en corriente alterna.

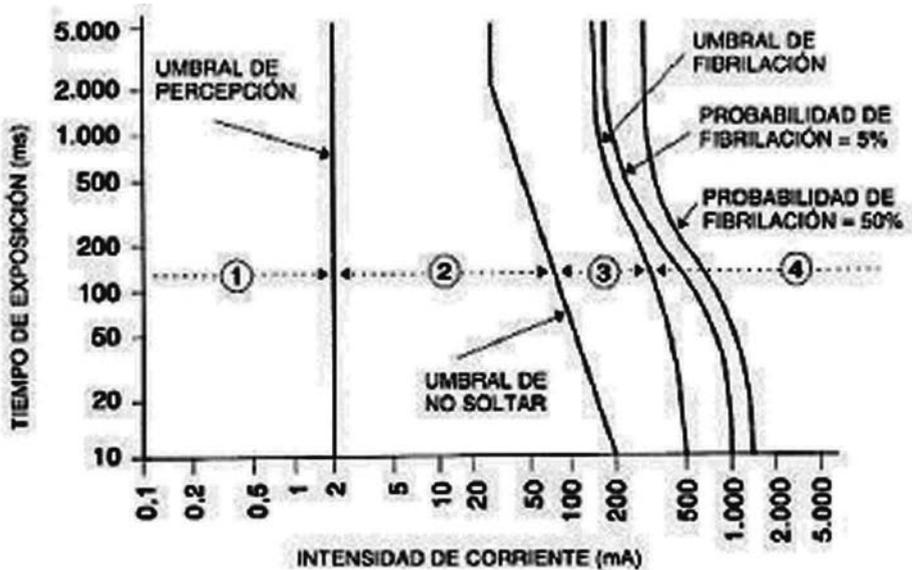


Figura 11: Corriente continua, efecto en el organismo

Período vulnerable: afecta a una parte relativamente pequeña del ciclo cardíaco durante el cual las fibras del corazón están en un estado no homogéneo de excitabilidad y la fibrilación ventricular se produce si ellas son excitadas por una corriente eléctrica de intensidad suficiente. Corresponde a la primera parte de la onda T en el electrocardiograma y supone aproximadamente un 10% del ciclo cardíaco completo. Ver figura 12.

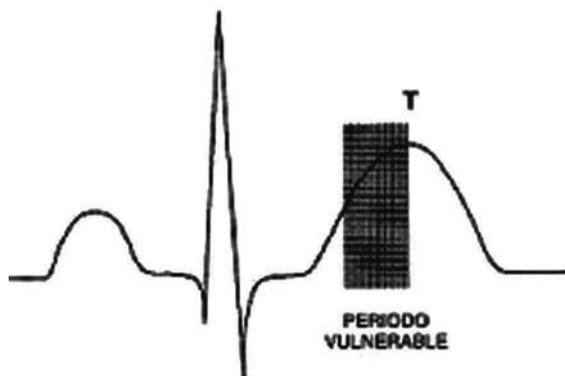


Figura 12: Período vulnerable del ciclo cardíaco

La figura 13 reproduce un electrocardiograma en el cual se representan los efectos de la fibrilación ventricular, indicándose las variaciones que sufre la tensión arterial cuando se produce la fibrilación, la tensión arterial experimenta una oscilación e inmediatamente decrece en cuestión de un segundo, hacia valores mortales.

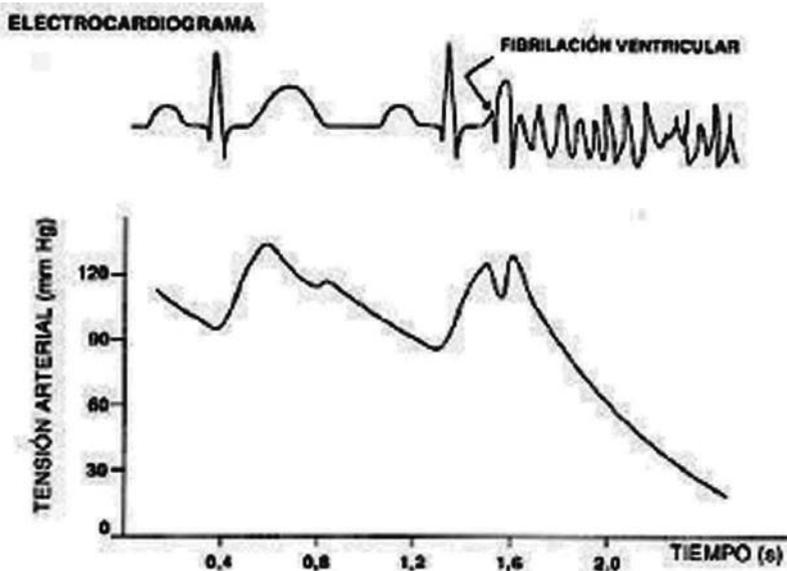


Figura 13: Efecto de la fibrilación ventricular en el electrocardiograma y en la tensión arterial

Duración del contacto eléctrico

Junto con la intensidad es el factor que más influye en el resultado del accidente. Por ejemplo, en corriente alterna y con intensidades inferiores a 100 mA, la fibrilación puede producirse si el tiempo de exposición es superior a 500 ms.

Impedancia del cuerpo humano

Su importancia en el resultado del accidente depende de las siguientes circunstancias: de la tensión, de la frecuencia, de la duración del paso de la corriente, de la temperatura, del grado de humedad de la piel, de la superficie de contacto, de la presión de contacto, de la dureza de la epidermis, etc.

Las diferentes partes del cuerpo humano, tales como la piel, los músculos, la sangre, etc., presentan para la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos. Durante el paso de la electricidad la impedancia de nuestro cuerpo se comporta como una suma de tres impedancias en serie:

- Impedancia de la piel en la zona de entrada.
- Impedancia interna del cuerpo.
- Impedancia de la piel en la zona de salida.

Hasta tensiones de contacto de 50 V en corriente alterna, la impedancia de la piel varía, incluso en un mismo individuo, dependiendo de factores externos tales como la temperatura, la humedad de la piel, etc.; sin embargo, a partir de 50 V la impedancia de la piel decrece rápidamente, llegando a ser muy baja si la piel está perforada.

La impedancia interna del cuerpo puede considerarse esencialmente como resistiva, con la particularidad de ser la resistencia de los brazos y las piernas mucho mayor que la del tronco. Además, para tensiones elevadas la impedancia interna hace prácticamente despreciable la impedancia de la piel. Para poder comparar la impedancia interna dependiendo de la trayectoria, en la figura 14 se indican las impedancias de algunos recorridos comparados con los trayectos mano-mano y mano-pie que se consideran como impedancias de referencia (100%).

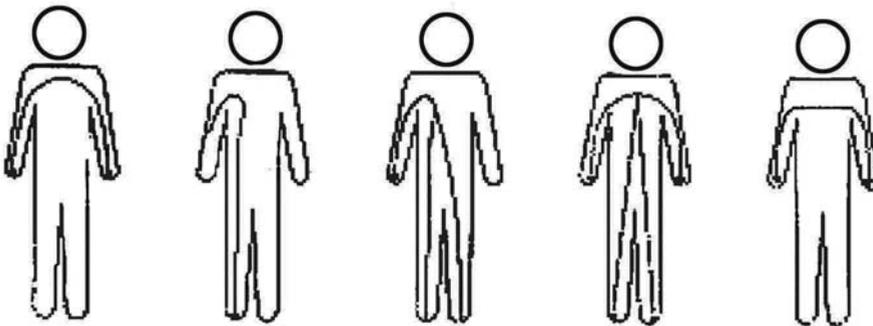


Figura 14: Impedancia interna del organismo

En las tablas 1 y 2 se indican algunos valores de la impedancia total del cuerpo humano en función de la tensión de contacto, tanto para corriente alterna y continua, respectivamente.

Tabla 1: Impedancia del cuerpo humano frente a la corriente alterna

Tensión de contacto (V)	Trayectoria mano-mano, piel seca, c. alterna, frecuencia 50-60 Hz, superficie de contacto 50-100 cm ²		
	Impedancia total (Ω) del cuerpo humano que no son sobrepasados por el		
	5% de las personas	50% de las personas	95% de las personas
25	1.750	3.250	6.100
50	1.450	2.625	4.375
75	1.250	2.200	3.500
100	1.200	1.875	3.200
125	1.125	1.625	2.875
220	1.000	1.350	2.125
700	750	1.100	1.550
1.000	700	1.050	1.500
valor asintótico	650	750	850

Tabla 2: Impedancia de cuerpo humano frente a la corriente continua

Tensión de contacto (V)	Trayectoria mano-mano, piel seca, c. continua superficie de contacto 50-100 cm ²		
	Impedancia total (Ω) del cuerpo humano que no son sobrepasados por el		
	5% de las personas	50% de las personas	95% de las personas
25	2.200	3.875	8.800
50	1.750	2.990	5.300
75	1.510	2.470	4.000
100	1.340	2.070	3.400
125	1.230	1.750	3.000
220	1.000	1.350	2.125
700	750	1.100	1.550
1.000	700	1.050	1.500
valor asintótico	650	750	850

Las variaciones de la impedancia del cuerpo humano en función de la superficie de contacto, se representan en la figura 15, en relación con la tensión aplicada. Se considera que la resistencia del cuerpo entre mano y pie es de 2.500 ohm.

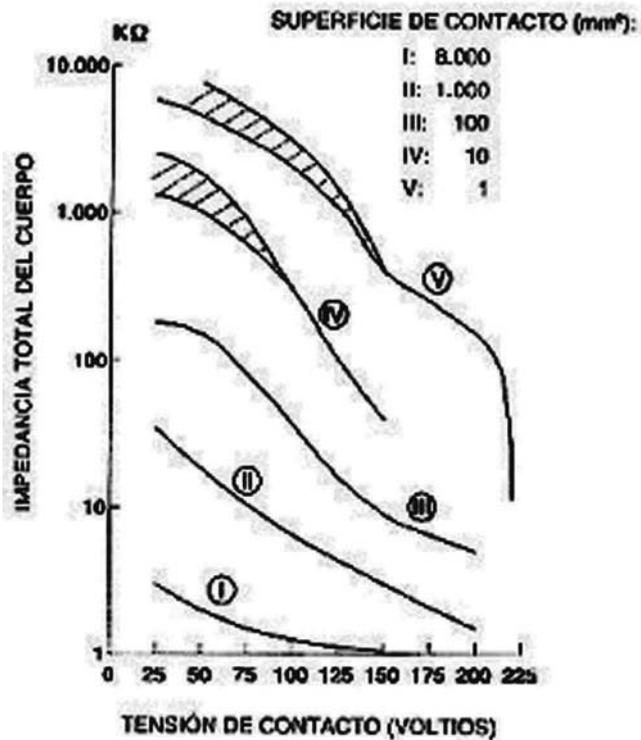


Figura 15: Impedancia del cuerpo en función de la superficie de contacto (50 Hz)

Tensión aplicada

En sí misma no es peligrosa pero, si la resistencia es baja, ocasiona el paso una intensidad elevada y, por tanto, muy peligrosa. El valor límite de la tensión de seguridad debe ser tal que aplicada al cuerpo humano, proporcione un valor de intensidad que no suponga riesgos para el individuo.

Como anteriormente se mencionó, la relación entre la intensidad y la tensión no es lineal debido al hecho de que la impedancia del cuerpo humano varía con la tensión de contacto. Ahora bien, por depender la resistencia del cuerpo humano, no solo de la tensión, sino también de la trayectoria y del grado de humedad de

la piel, no tiene sentido establecer una única tensión de seguridad sino que tenemos que referirnos a infinitas tensiones de seguridad, cada una de las cuales se correspondería a una función de las distintas variables anteriormente mencionadas.

Las tensiones de seguridad aceptadas son 24 V para emplazamientos húmedos y 50 V para emplazamientos secos, siendo aplicables tanto para corriente continua como para corriente alterna de 50 Hz.

Frecuencia de la corriente alterna

Normalmente, para uso doméstico e industrial se utilizan frecuencias de 50 Hz (en USA de 60 Hz), pero cada vez es más frecuente utilizar frecuencias superiores, por ejemplo:

- 400 Hz en aeronáutica.
- 450 Hz en soldadura.
- 4.000 Hz en electroterapia.
- Hasta 1 MHz en alimentadores de potencia.

Experimentalmente se han elaborado medidas de las variaciones de impedancia total del cuerpo humano con tensiones comprendidas entre 10 y 25 Voltios en corriente alterna, y variaciones de frecuencias entre 25 Hz y 20 KHz.

A partir de estos resultados se han elaborado las curvas representadas en la figura 16, para tensiones de contacto comprendidas entre 10 y 1.000 Voltios y para un trayecto mano-mano o mano-pie.

Para tensiones de contacto de algunas decenas de voltios, la impedancia de la piel decrece proporcionalmente cuando aumenta la frecuencia. Por ejemplo, a 220 V con una frecuencia de 1.000 Hz la impedancia de la piel es ligeramente superior a la mitad de aquella a 50 Hz. Esto es debido a la influencia del efecto capacitivo de la piel.

Sin embargo, a muy altas frecuencias disminuye el riesgo de fibrilación ventricular pero prevalecen los efectos térmicos. Con fines terapéuticos, es usual, en medicina el empleo de altas frecuencias para producir un calor profundo en el organismo. A partir de 100.000 Hz no se conocen valores experimentales que definan los umbrales de no soltar ni los umbrales de fibrilación; tampoco se conoce ningún incidente, salvo las quemaduras provocadas por intensidades de *algunos amperios* y en función de la duración del paso de la corriente.

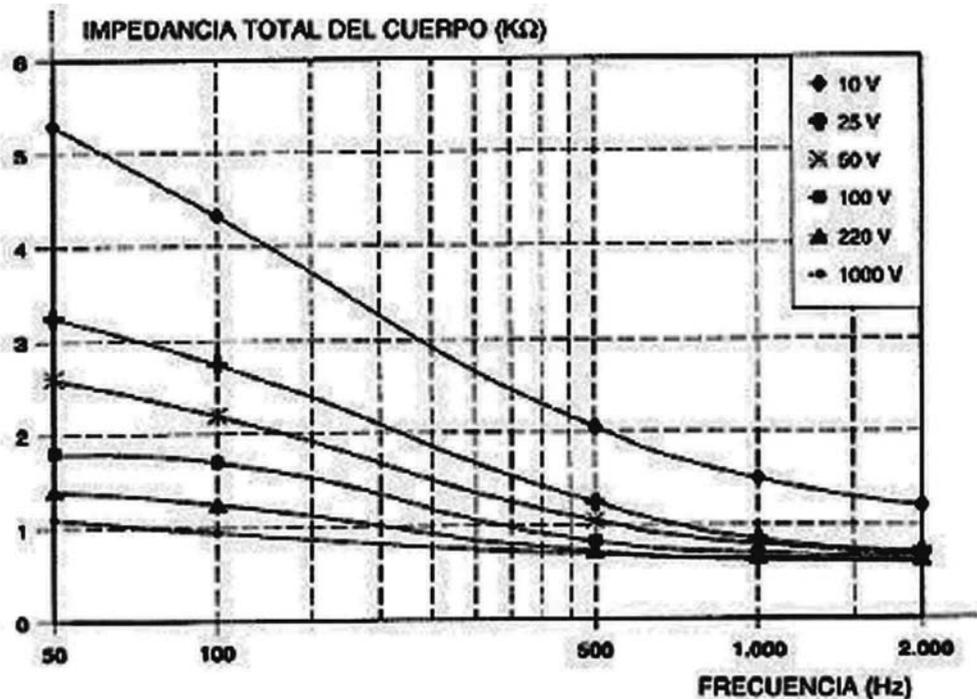


Figura 16: Impedancia total en función de la tensión y la frecuencia

La corriente continua, en general, no es tan peligrosa como la alterna, ya que entre otras causas, es más fácil soltar los electrodos sujetos con la mano y que para duraciones de contacto superiores al período del ciclo cardíaco, el umbral de fibrilación ventricular es mucho más elevado que en corriente alterna.

Recorrido de la corriente a través del cuerpo

La gravedad del accidente depende del recorrido de la misma a través del cuerpo. Una trayectoria de mayor longitud tendrá, en principio, mayor resistencia y por tanto menor intensidad; sin embargo, puede atravesar órganos vitales (corazón, pulmones, hígado, etc.) provocando lesiones mucho más graves. Aquellos recorridos que atraviesan el tórax o la cabeza ocasionan los mayores daños.

Las figuras 9 y 10 indican los efectos de la intensidad en función del tiempo de aplicación; en las figuras mencionadas nos referíamos al trayecto de *mano izquierda a los dos pies*. Para otros trayectos se aplica el llamado **factor de corriente de corazón "F"**, que permite calcular la equivalencia del riesgo de las corrientes que teniendo recorridos diferentes atraviesan el cuerpo humano. Se representan en la figura 9.

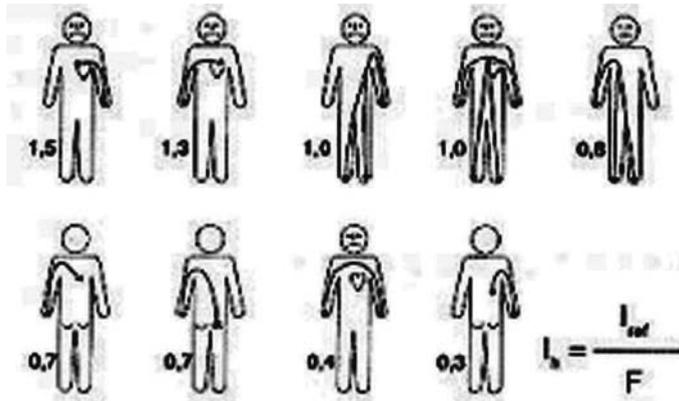


Figura 17: Factor de corriente de corazón " F "

La mencionada equivalencia se calcula mediante la expresión:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

Siendo,

I_h = corriente que atraviesa el cuerpo por un trayecto determinado.

I_{ref} = corriente "mano izquierda-pies".

F = factor de corriente de corazón.

Como es lógico, para el trayecto de las figuras 9 y 10, el factor de corriente de corazón es la unidad. Se aprecia que de los trayectos definidos en esta tabla, el más peligroso es el de pecho-mano izquierda y el de menor peligrosidad de los reseñados el de espalda-mano derecha.

Por ejemplo, podemos aventurar que una corriente de 200 mA con un trayecto mano-mano tendrá un riesgo equivalente a una corriente de 80 mA con trayectoria mano izquierda-los dos pies.

Al suponer la resistencia del cuerpo constante, la corriente aumenta al aumentar la tensión (Ley de Ohm). Si la resistencia del cuerpo se supone variable la corriente aumenta con la humedad del terreno.

1. Valores de corriente entre 1 a 3 miliamperios, no ofrece peligro de mantener el contacto permanentemente. Ninguna sensación o efecto, umbral de sensación.

2. Valores de corriente de 8 miliamperios, aparecen hormigueo desagradable, choque indoloro y un individuo puede soltar el conductor ya que no pierde control de sus músculos. Efecto de electrización.
3. Valores mayores de 10 miliamperios, el paso de corriente provoca contracción muscular en manos y brazos, efectos de choque doloroso pero sin pérdida del control muscular, pueden aparecer quemaduras. Efectos de tetanización. Entre 15 a 20 miliamperios este efecto se agrava.
4. Valores entre 25 a 30 miliamperios la tetanización afecta los músculos del tórax provocando asfixia.
5. Valores mayores a los anteriores de miliamperios con menor o mayor tiempo de contacto aparece la fibrilación cardiaca la cual es mortal. Son contracciones anárquicas del corazón.

Tensión eléctrica, voltaje o diferencia de potencial (V)

Vimos que corriente eléctrica era el flujo de electrones que pasa por un conductor por unidad de tiempo, pero para que se produzca ese movimiento y permanezca en el tiempo se necesita una presión, una fuerza que obligue a los electrones a moverse desde un cuerpo a otro, esta fuerza es la que se denomina "tensión eléctrica" o "diferencia de potencial". Es decir, tensión eléctrica es la fuerza que impulsa a la corriente eléctrica a través del circuito.

El instrumento de medida es el "voltímetro", el cual debe ser conectado en paralelo con el equipo o circuito que se desea estudiar.

Esta fuerza o presión eléctrica, se mide en voltios (V) y corresponde a la fuerza impulsora que hará moverse a los electrones. También en este caso, dependiendo del tipo de trabajo en que se emplea la electricidad, será la magnitud del voltaje usado, por lo que también la unidad, el voltio, se usa de varias formas. Ejemplo:

$$1 \text{ KV} = 1000 \text{ voltios} \quad ; \quad 1 \text{ mV} = 0,001 \text{ voltios}$$

TENSIONES EN CORRIENTES ALTERNAS ESTANDARIZADAS

- Muy baja tensión: Tensiones hasta 50 voltios
- Baja tensión: Tensiones entre 50 y 1000 voltios.
- Media tensión: tensiones por encima de 1000 y hasta 33000 voltios.
- Alta tensión: Tensiones por encima de 33000 voltios.
- Tensión de seguridad: La tensión de seguridad considerada para ambientes secos y húmedos es 24 voltios.

Resistencia eléctrica (R)

Como cualquier otro elemento los electrones no continúan moviéndose indefinidamente después que han sido empujados. Una especie de rozamiento del material produce en los electrones una resistencia eléctrica.

La unidad que se usa para medir la resistencia eléctrica se llama OHM (Ù) y se define como la "resistencia necesaria para que la presión aplicada de un voltio, haga circular un amperio de corriente".

La resistencia de los conductores, depende también de algunas de sus características de construcción y de elementos externos tales como:

- El material de que está hecho
- Su longitud
- Su sección transversal
- La temperatura

EFFECTOS DE LA ELECTRICIDAD EN FUNCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CUERPO

En días calurosos y húmedos la resistencia del cuerpo baja. La resistencia que ofrece al paso de corriente varía según los órganos del cuerpo que atraviesa.

La resistencia del cuerpo varía con la tensión aplicada por el contacto.

10000 ohm para 24 voltios.

3000 ohm para 65 voltios.

2000 ohm para 150 voltios

A partir de este valor puede considerarse constante aproximadamente 1.500 ohm para 220 voltios.

EFFECTOS DE LA ELECTRICIDAD EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE CONTACTO O CIRCULACIÓN

No solamente la intensidad de corriente es la que provoca los efectos sino también el tiempo de contacto o circulación de la misma por el cuerpo.

Por lo tanto la energía que recibe el cuerpo es:

$$E = I^2 \times T$$

Ejemplo: (estos valores de energía provocan fibrilación ventricular).

100 mA en 3 seg= 30.000

500 mA en 110 seg= 27.500

1 A en 30 mseg= 30.000

15 mA en 2 min= 27.000

20 mA en 1 min= 24.000

30 mA en 35 seg= 31.500

Durante el período de inhibición nerviosa provocada por el shock eléctrico, la respiración y la circulación cesan, dando lugar a lesiones que pueden ser irreversibles en caso de no tener reanimación inmediata. Estas se denominan lesiones encefálicas. Generalmente cuando la corriente atraviesa el cerebro.

Por accidentes eléctricos, pueden ocurrir los siguientes efectos:

Bloqueo de epiglotis

Laringe espasmo

Espasmo coronario

Contracción de vías respiratorias

Shock global

Quemaduras internas y externas

Conceptos	Valores en mA					
	Continua		60 Hz		10000 Hz	
	H	M	H	M	H	M
Ligera sensación en la mano	1	0.6	0.4	0.3	7	5
Umbral de percepción	5.2	3.5	1.1	0.7	12	8
Choque indoloro	9	6	1.8	1.2	17	11
Choque doloroso sin pérdida del control muscular	62	41	9	6	55	37
Choque doloroso	76	51	16	10	75	50
Choque doloroso y grave. Dificultad de respiración	90	60	23	15	94	63
Principio de la fibrilación ventricular	200	70	50	35		
Choque de tres segundos	500	500	100	100		

Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica

Se puede deducir fácilmente que el uso de la energía eléctrica conlleva una proporción de riesgo notoriamente inferior a la del uso de otras formas de energía u otro tipo de actividades, con la natural salvedad de que se adopten las debidas precauciones para proteger a las personas y el medio ambiente, pero a su vez la

gravedad de los daños que ella puede provocar en caso de accidente es notoriamente alta.

Cabe preguntarse qué tipo de accidentes puede provocar el uso de la energía eléctrica, para producir resultados tan graves. Para responder este interrogante debemos hacer una clasificación en dos grupos de accidentes que afectan al ser humano, estos son aquellos en que la corriente eléctrica circula por el cuerpo y aquellos en que no lo hace. Además debemos nombrar otro bloque de accidentes que son los daños a la propiedad, los cuales no afectan directamente al hombre, pero sí en forma indirecta, en lo económico, como puede ser la falla de la maquinaria o la explosión de equipos defectuosos.

Entre los accidentes con circulación de corriente eléctrica a través del cuerpo se encuentran los siguientes:

- Lesión traumática por caídas
- Lesión traumática por contracciones musculares violentas
- Muerte por fibrilación ventricular
- Lesiones o muertes provocadas por quemaduras internas
- Muerte o lesiones permanentes provocadas por acción tóxica de quemaduras
- Lesiones permanentes por deterioro del tejido nervioso
- Lesiones o muerte por efecto electrolítico debido al corte de corriente continua.

Entre los accidentes en los que no hay circulación de corriente a través del cuerpo se anotan los siguientes:

- Quemaduras provocadas por proyección de materiales fundidos
- Quemaduras por acción de un arco eléctrico, sea por contacto directo o por radiación
- Lesión o muerte provocada por inflamación de equipos de interrupción; puesta en marcha fuera de tiempo de máquinas u otros similares.
- Lesión o muerte provocada por inflamación o explosión de líquidos volátiles o de explosivos, debido a chispas eléctricas.

Finalmente cabe destacar en un grupo separado, el efecto de campos electromagnéticos intensos actuando sobre el cuerpo humano, que pueden originar lesiones por circulación de corrientes inducidas en el cuerpo mismo o en piezas metálicas ligadas a él.

Si comparamos los accidentes en que no circula la corriente eléctrica a través del cuerpo, se deduce fácilmente que en su mayoría fueron provocados en forma indirecta, ya que si lo analizamos bien, nos damos cuenta que éstos accidentes son provocados por un mal mantenimiento de las instalaciones. De lo anterior podemos inferir que es de suma importancia dar una buena seguridad, tanto a las personas como a las maquinarias y equipos eléctricos.

Entre los accidentes a la propiedad podemos destacar los siguientes:

- Incendio de origen eléctrico
- Accidentes a la propiedad por falla del equipo eléctrico
- Pérdidas económicas producidas por falla del equipo eléctrico.

Por muchos años se supuso que la tensión (voltaje) era la responsable de los efectos que la energía eléctrica causaba en el cuerpo humano y es así que se pensaba que la baja tensión no podía implicar ningún riesgo para la persona. Solo después de una trágica sucesión de accidentes originados para sorpresa de ellos en instalaciones de baja tensión y la salvación casi milagrosa de algunos accidentados en instalaciones de alta tensión, fue que se despertó el interés de investigar cuál era la causa real de estos efectos y cuáles eran definitivamente ellos.

De esta forma se logra determinar que el causante de todos los problemas es la corriente, en especial para tiempos cortos. La energía que circula por el cuerpo en caso de accidente no tiene una relación directa de proporcionalidad entre la magnitud de la tensión a que se somete un ser viviente y la magnitud de la corriente que puede circular por él, debido al comportamiento de la resistencia del cuerpo, que tiene un rango de variación extraordinariamente alto.

Shock eléctrico

Toda persona que entre en contacto con la parte energizada de un circuito o equipo eléctrico, está expuesta a recibir un choque eléctrico, cuyos efectos pueden ser graves y aún causar la muerte. Estos efectos no solo dependen del voltaje con que se entra en contacto, de la resistencia eléctrica del individuo y su mayor o menor aislamiento ocasional, sino que también de la región del cuerpo que atraviesa la corriente eléctrica y del tiempo de exposición de la víctima.

La resistencia que presenta el cuerpo hacia la corriente eléctrica se encuentra generalmente en la superficie de la piel.

La piel callosa y seca ofrece una resistencia relativamente alta, que disminuye notablemente cuando la piel está húmeda (sudor). Una vez vencida la resistencia de la piel, la corriente fluye fácilmente por la sangre y los tejidos del cuerpo.

La protección que puede dar la resistencia de la piel, disminuye rápidamente con el aumento del voltaje. La corriente eléctrica de alto voltaje y de las frecuencias que se usan comercialmente (50 a 60 ciclos por segundo), causan violentas contracciones musculares, a menudo de tal intensidad que hace que la víctima sea arrojada lejos del circuito. Las contracciones que producen las corrientes de bajo voltaje no son tan violentas; pero eso puede aumentar el riesgo, porque evita que la víctima sea lanzada fuera del circuito.

En general, debe evitarse entrar en contacto con tensiones mayores de 30 voltios. Con las manos húmedas algunas personas son sensibles a 24 voltios.

"En un choque eléctrico, es la intensidad de la corriente eléctrica lo que produce el daño a la víctima". En general, mientras más dure la intensidad de corriente circulando a través del cuerpo, más graves serán las lesiones que causa. Mientras más alto sea el voltaje, mayor será la corriente y los efectos serán más graves.

Las lesiones por choque eléctrico son graves si la corriente pasa por los centros nerviosos o muy cerca de ellos y de los órganos vitales. Además de diversas lesiones externas (quemaduras de la piel y combustión de cabellos, etc.), después del choque eléctrico pueden quedar durante un tiempo variable diferentes trastornos nerviosos, como son la pérdida de la memoria (amnesia), delirio, estado de excitación furiosa, parálisis parcial (por lesiones de los centros nerviosos centrales) o parálisis parcial de naturaleza periférica (por lesión de los nervios periféricos; neuritis).

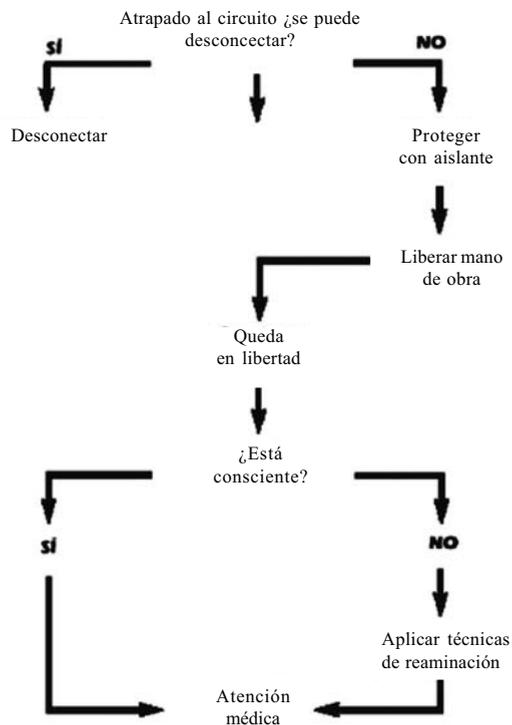
En la mayoría de los casos de accidentes que se presentan en la industria o en el hogar, la corriente circula de las manos hacia los pies y puesto que al hacerlo así pasa por el corazón y los pulmones, los resultados pueden ser muy graves.

Primeros auxilios en caso de electrocución

Si hay alguna actividad laboral en la que la formación en primeros auxilios es realmente vital, es en aquellos trabajos que producen, transportan o manejan electricidad. En 4 o 5 minutos pueden producirse daños irrecuperables, por lo que una actuación a tiempo puede salvar una vida.

Tiempo en el que se empieza a reanimar/b>	Porcentaje de recuperaciones
1 minuto	95%
2 minutos	90%
3 minutos	75%
4 minutos	50%
5 minutos	25%
6 minutos	1%

Salta a la vista que es imprescindible una actuación inmediata en los primeros tres minutos para tener cierta garantía de recuperación. Para que se pueda actuar rápidamente es fundamental tener claro qué es lo que se debe hacer. El siguiente esquema puede ayudar a saber cuáles son los pasos a dar en caso de accidente eléctrico:



El choque eléctrico es la causa de los diferentes accidentes enunciados en el primer bloque, de los cuales describiremos los más importantes por la gravedad que representan para el ser humano:

a) Lesión traumática por contracción muscular.

Un músculo obligado a contraerse y relajarse repetidas veces en un período de tiempo corto, llega finalmente a un estado de contracción permanente. Este estado es designado con el nombre de "tétano".

Nuestro organismo necesita permanentemente electricidad para que nuestros sentidos informen al cerebro y para que éste envíe señales de mando a los terminales nerviosos de los músculos. Para ello se generan impulsos de tensión del orden de 0,1 voltios. Si desde el exterior es aplicada una tensión adicional, resultarían perturbados los procesos normales.

Dependiendo de las condiciones en que la tetanización se presente, una persona puede mantener el control parcial de sus movimientos, como por ejemplo, controlar el lado izquierdo si es el derecho el afectado, con lo cual podría eliminar el contacto eléctrico en algunos casos, si mantiene la suficiente calma. En otros casos, la contracción muscular es tan violenta e incontrolada que el afectado puede salir despedido con fuerza, lo que ha dado origen a la creencia popular de que la corriente "patea".

b) Asfixia o paro respiratorio

El fenómeno de tetanización se presenta con mayor intensidad en las masas musculares más voluminosas y dentro de estas están los músculos del pecho o de la espalda, pectorales y gran dorsal entre otras; responsables en gran medida de los movimientos respiratorios, de modo que al presentarse la tetanización de ellos, se produce la parálisis respiratoria y si ésta es prolongada, la asfixia.

La parálisis respiratoria, puede presentarse además por desórdenes en los centros nerviosos que controlan los movimientos respiratorios, al ser afectados por la corriente eléctrica. Estos efectos normalmente cesan al dejar de circular la corriente, siempre que no se haya producido una lesión permanente en dichos centros nerviosos y se hayan realizado los primeros auxilios correspondientes, que para este tipo de casos son: despejar las vías respiratorias si están obstruidas, retirándose prótesis dental o cuerpos extraños, soltar ropas, tomar el pulso y empezar respiración artificial.

c) Fibrilación ventricular

Todos sabemos que el corazón es uno de los órganos importantes de nuestro cuerpo. El corazón es un músculo que al contraer sus fibras en forma cíclica produce la impulsión de la sangre a través del torrente sanguíneo.

Cuando este músculo tan especial es atravesado por una corriente eléctrica de determinada magnitud, el movimiento se hace totalmente arrítmico y desordenado; las fibras musculares constituyentes del corazón se mueven erráticamente y por separado, y se produce la suspensión de la circulación sanguínea. El corazón es incapaz de recuperarse en forma espontánea y puede sobrevenir la muerte del accidentado si no es atendido en forma oportuna. Los primeros auxilios en estos casos consisten en dar masajes al corazón, oprimiendo rítmicamente el corazón o utilizar en forma inmediata un desfibrilador.

d) Paro cardíaco

Es la suspensión del funcionamiento del corazón, por contracción de los músculos del tórax, en este caso el corazón puede volver a latir normalmente cuando la víctima se separe del circuito, en el caso de que no lo haga deben aplicarse los primeros auxilios, los cuales consisten en masaje cardíaco y respiración artificial.

e) Márgenes de intensidad

La gravedad de los efectos descritos en cada caso, dependen en especial de la "intensidad de la corriente", pero también del "camino por el que circule la corriente" en el cuerpo, así como del "tiempo que actúe" y del "tipo de corriente" (corriente continua pura, corriente alterna o corriente mixta).

Existen valores tabulados de intensidades de corriente para las cuales se espera un determinado efecto en el organismo humano, sin embargo dichos valores se obtuvieron en experimentos derivados de accidentes. Ello significa que en algún caso particular pueden también producirse efectos mortales para intensidades menores. El estado de salud y de ánimo también desempeñan un papel decisivo.

PRINCIPALES PELIGROS DE LA ELECTRICIDAD

1. No es perceptible por los sentidos del humano.
2. No tiene olor, solo es detectada cuando en un corto circuito se descompone el aire apareciendo ozono.
3. No es detectado por la vista.
4. No se detecta al gusto ni al oído.

5. Al tacto puede ser mortal si no se está debidamente aislado. El cuerpo humano actúa como circuito entre dos puntos de diferente potencial. No es la tensión la que provoca los efectos fisiológicos sino la corriente que atraviesa el cuerpo humano.

Los efectos que pueden producir los accidentes de origen eléctrico dependen de:

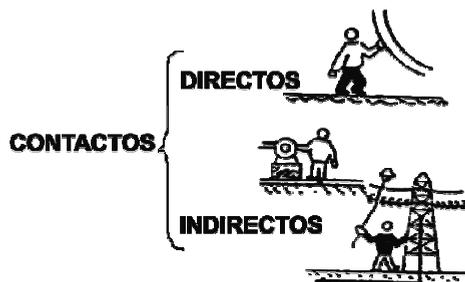
- Intensidad de la corriente.
- Resistencia eléctrica del cuerpo humano.
- Tensión de la corriente.
- Frecuencia y forma del accidente.
- Tiempo de contacto.
- Trayectoria de la corriente en el cuerpo.

Todo accidente eléctrico tiene origen en un defecto de aislamiento y la persona se transforma en una vía de descarga a tierra.

Al tocar un objeto energizado o un conductor con la mano, se produce un efecto de contracción muscular que tiende a cerrarla y mantenerla por más tiempo con mayor firmeza.

CLASIFICACIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

El paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano, se da por medio del contacto con un elemento en tensión directamente, o a través de un conductor. Puede ser directo, cuando la persona entra en contacto con una parte activa de la instalación eléctrica o indirecta por contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no debería tener tensión pero que la ha adquirido accidentalmente.



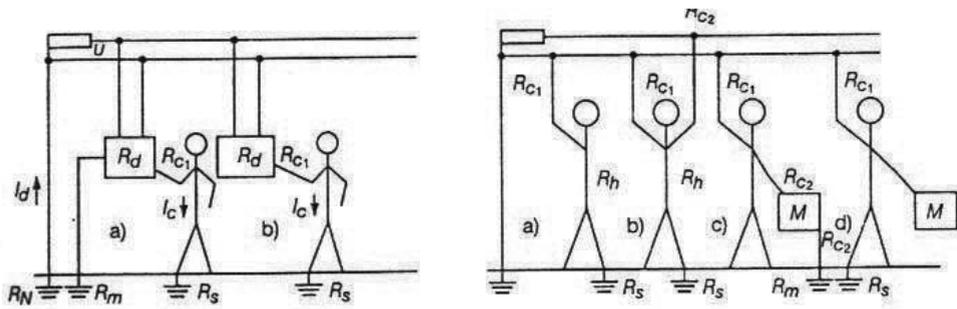
Accidentes por contacto directo

Son provocados por el paso de la corriente a través del cuerpo humano. Pueden provocar electrocución, quemaduras y embolias.

Accidentes indirectos

- Riesgos secundarios por caídas luego de una electrocución.
- Quemaduras o asfixia como consecuencia de un incendio de origen eléctrico.
- Accidentes por una desviación de la corriente de su trayectoria normal.
- Calentamiento exagerado, explosión, inflamación de la instalación eléctrica.

En el siguiente esquema se indican diferentes casos de contactos directos e indirectos:



Donde:

I_c = Corriente que circula por el cuerpo humano.

I_d = Corriente total del circuito de defecto.

R_n = Resistencia de puesta a tierra del neutro.

R_T = Resistencia de puesta a tierra de las masas.

R_{c1} = Resistencia de contacto.

R_{c2} = Resistencia eléctrica del calzado.

R_h = Resistencia eléctrica del cuerpo humano.

R_s = Resistencia eléctrica del suelo (Si $R_s > 50.000 \dot{U}$, el suelo es aislante).

R_d = Resistencia de defecto.

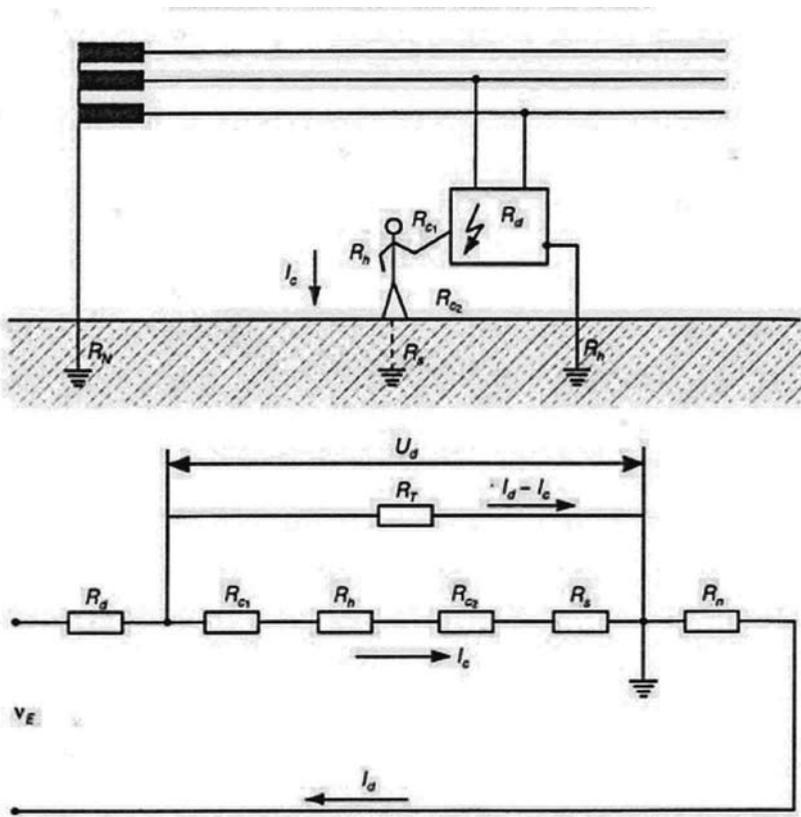
U_e = Tensión de la red.

U_d = Tensión de defecto.

U_c = Tensión de contacto.

U = Tensión de servicio.

El circuito de defecto se esquematiza así:



$$U_d$$

El valor de $I_c = \frac{U_d}{R_{c1} + R_{c2} + R_h + R_s}$

$$R_{c1} + R_{c2} + R_h + R_s$$

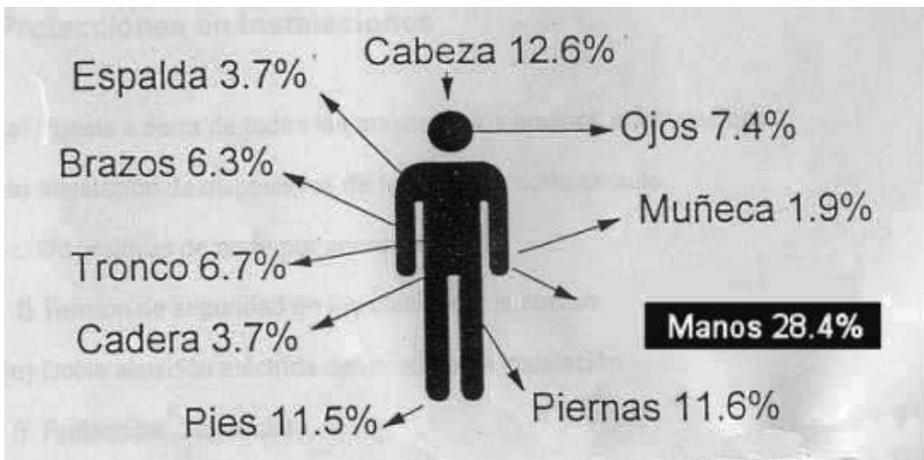
FRECUENCIAS DE ACCIDENTES DE ORIGEN ELÉCTRICO

Una de las causas de accidentes producidos por la electricidad en baja tensión la constituye la ignorancia y la negligencia de los usuarios.

Las estadísticas demuestran que apenas el 1% de los accidentes de trabajo, son causados por contacto eléctrico.

- Caídas y resbalones 26.8 %
- Golpes por caída de objetos 18.7 %
- Quemaduras por arco eléctrico 8 %
- Raspones 7.8 %
- Golpes contra objetos 7 %
- Aprisionamiento 6 %
- Esfuerzos 5.5 %
- Quemaduras por falta de aislamiento 5 %
- Quemaduras por instalaciones y cañerías 4 %
- Dermatitis e intoxicaciones 3 %
- Accidentes de tránsito 3 %
- Lesiones por cuerpos extraños en los ojos 2.75 %
- Contacto con electricidad 1 %

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS EN EL CUERPO HUMANO



Causas de los accidentes producidos por la energía eléctrica

Las causas de los accidentes se clasifican en "acciones inseguras" cuando es la participación del hombre la que origina el accidente y en "condiciones inseguras" cuando el elemento existente en el ambiente de trabajo, es el que origina el riesgo.

Tres de cada cuatro lesiones originadas en accidentes con energía eléctrica son debido a una condición insegura, esto significa que las lesiones pueden ser disminuidas en su frecuencia en un 75% si se corrigen todas las condiciones inseguras existentes en los lugares de trabajo.

"Toda instalación interior deberá efectuarse de acuerdo a un proyecto técnicamente concebido, el cual deberá asegurar que la instalación no presente riesgos para sus operadores o usuarios, sea eficiente, proporcione un buen servicio, permita un fácil y adecuado mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria como para permitir ampliaciones fáciles".

De acuerdo con lo anterior, se entiende que el instalador desempeña un papel importantísimo en subsanar todas las posibles condiciones de inseguridad que una instalación eléctrica puede presentar a los usuarios.

Los riesgos a los que se encuentra expuesto el personal que trabaja en instalaciones eléctricas son varios, pero se pueden resumir en contactos directos e indirectos, para lo cual la normativa vigente establece una serie de medidas. Y es precisamente este texto legal quien define al personal calificado como: "personal que esta capacitado en el montaje y operación de las instalaciones y equipos y familiarizado con los posibles riesgos que pueden presentarse".

Entre los elementos constitutivos de una instalación eléctrica, podemos mencionar: empalmes, tableros, bancos de condensadores, transformadores, motores, baterías, etc. Cada uno de ellos representa riesgos específicos de ocasionar un accidente.

Como vemos, las instalaciones deben ser seguras y velar por el cumplimiento de dichas medidas. Las condiciones inseguras en una instalación, puede deberse principalmente a:

- Desgaste normal de las instalaciones y equipos. Este proceso natural producido por el tiempo y el uso puede llegar a convertirse en una condición insegura, por lo que se debe actuar a tiempo a través de un buen programa

de mantenimiento preventivo. Esto no solo afecta a la instalación, también a los equipos y herramientas que el operador utiliza para trabajar en los tendidos eléctricos.

- Abuso por parte de usuarios. En las instalaciones, muchos son los casos de incendio y de lesiones que una sobrecarga de un circuito han ocasionado a usuarios como operadores. El abuso por parte del usuario también se manifiesta en las herramientas de trabajo, cuando son utilizados en forma inadecuada y en condiciones y circunstancias que no han sido diseñadas.
- Diseño inadecuado. Similar a los dos casos anteriores, muchas veces se utilizan instalaciones y herramientas cuyo diseño no han contemplado las normas de seguridad mínimas para el personal expuesto.
- Mantenimiento inadecuado. El inadecuado mantenimiento es fuente de condiciones inseguras; el no reemplazo de equipos o elementos viejos, la falta de repuestos y muchos otros factores influyen para que los trabajadores resulten expuestos a riesgos del trabajo.

Si analizamos estas causas que dan origen a condiciones inseguras, vemos nuevamente que el instalador juega un papel importantísimo en la detección y control de estas causas de accidentes, las cuales pueden ser subsanadas con un correcto método de trabajo ya que, "trabajar correctamente es trabajar con seguridad".

Ya sabemos que la corriente eléctrica puede tener efectos mortales para el cuerpo humano. Por ello se toman determinadas medidas para que el usuario de instalaciones o aparatos eléctricos quede protegido contra tensiones de contacto excesivas. Estas medidas de protección deben resultar efectivas cuando falle el aislamiento de la instalación, o sea, que son medidas adicionales. Pero ¿cuánto aumenta el peligro cuando abrimos un aparato o instalación eléctrica y las partes del circuito portador de corriente quedan al descubierto? El operario o el técnico, se encontrarían en continuo peligro de muerte cuando trabajan con partes sometidas a tensión o con circuitos cercanos a otros que están energizados, con riesgo de contacto. Por esto, siempre que sea posible, se deberá procurar trabajar sin tensión. Existen cinco normas de seguridad para garantizar el cumplimiento de dicha premisa.

Antes de trabajar en instalaciones eléctricas deben tomarse las medidas necesarias para respetar las cinco normas de seguridad y necesariamente en el orden indicado.

Cuando se haya concluido el trabajo se deberán retirar las medidas de protección en orden inverso.

Como ya se dijo, uno de cada cuatro accidentes por causas eléctricas, se debe a acciones inseguras, muchas de ellas por no respetar las normas de seguridad. Por ello, todo técnico electricista debe hacer lo posible para protegerse así mismo y a sus compañeros de los posibles daños. O sea, que deberán respetar como mínimo las normas de seguridad, aún incluso cuando otros sean más despreocupados y las salten creyendo demostrar así su valentía.

"Ser valiente" no consiste en someterse conscientemente a un peligro al no respetar las normas de seguridad, sino es "revelarse contra los comentarios despreciativos de los compañeros de trabajo menos responsables".

Comportamiento en caso de accidentes eléctricos

Al trabajar en instalaciones eléctricas pueden producirse accidentes a pesar de todas las medidas y normas de seguridad.

En este caso es imprescindible una ayuda rápida, pues los efectos de una corriente eléctrica de duración prolongada pueden ser desastrosos. En cuanto nos ocupemos concienzudamente de las pocas reglas de comportamiento, estaremos en condiciones de prestar ayuda cuando las circunstancias lo requieran. Precisamente en los accidentes eléctricos un comportamiento incorrecto, no solo puede poner en peligro al lesionado, también al que pretende ayudar.

Estos consejos no deben tomarse como sustitutos de un curso de primeros auxilios, sino simplemente como "primera ayuda para cualquiera".

Seguramente nos quedaremos con la impresión de que estos consejos son incompletos y quizás queramos hacer más. Sin embargo, esto sólo es posible después de seguir un curso adecuado, como los ofrecidos por una institución autorizada.

En nuestros consejos seguiremos el principio de que en "caso de duda es mejor hacer de menos que de más".

• Desconectar la corriente

Seguro que todos intentarán, en primer lugar desconectar la corriente, pero resulta que a menudo esto no es posible con la rapidez requerida porque el accidentado bloquea el camino hacia el interruptor o fusible. En este caso deberá intentarse llegar al interruptor con un objeto aislante.

• Alejar al accidentado de la zona de peligro

En caso de no haber podido desconectar la corriente deberá procederse con especial precaución para no quedar amenazado uno mismo ni otros. En primer lugar el que pretenda ayudar deberá aislarse respecto a tierra, la que puede lograrse con mantas o prendas de vestir. Solo entonces podrá moverse al accidentado. En ningún caso deberá tocársele directamente, sino que deberá alejarse de la zona de peligro por sus ropas o mediante objetos aislantes. Si ya se hubiera desconectado la corriente, no deberán soltarse con violencia los dedos contraídos, en caso de tetanización. En caso de duda debe hacerlo el médico.

• Apagar el fuego

En los accidentes eléctricos con frecuencia se producen arcos voltáicos que provocan incendios. Deberán apagarse con mantas u objetos similares. ¡PRECAUCION!, sólo podrá emplearse agua cuando se haya desconectado la corriente.

Las quemaduras del afectado podrán enfriarse con agua, pero en ningún caso con pomadas o con polvos talco.

• Llamar al médico

Antes de pasar a otras medidas deberá llamarse a un médico o una ambulancia. Mientras llegan deberán realizarse los siguientes pasos.

• Determinar las lesiones

Hay que determinar si además de las posibles lesiones externas (por ejemplo quemaduras, roturas, etc.) existen dificultades internas o incluso paro cardíaco o respiratorio.

a) Paro respiratorio: Frente a la boca y la nariz se coloca un espejo. Si no se empaña existe un paro respiratorio. Otra posibilidad es colocar un trozo de papel sobre la boca y la nariz del accidentado y observar si el papel se mueve.

b) Paro cardíaco: Si las pupilas del accidentado no se estrechan al incidir sobre ellas un haz de luz existe un paro cardíaco.

En ambos casos anteriores, deberán realizar los primeros auxilios personas preparadas especialmente para ello. En el primer caso se realizará la respiración artificial y en el segundo, un masaje cardíaco. Es necesario darse prisa, pues la falta de oxígeno provoca que las células del cerebro mueran al cabo de unos

cuatro minutos. Por ello todo operario y técnico debería haber realizado un curso de primeros auxilios con clases especiales sobre reanimación del corazón y de la capacidad respiratoria.

c) Shock: El pulso se acelera y debilita simultáneamente. El accidentado tiene frío y la frente sudorosa.

Deberá colocársele estirado sobre la espalda y levantarle las piernas para que la sangre pueda volver al cuerpo.

• **Colocar al accidentado sobre un costado**

Una vez comprobado que la respiración y la circulación sanguínea funcionan normalmente y además que no existe shock, deberá colocar al accidentado sobre un costado. Además de protegerlo del frío, la humedad o el calor excesivo.

• **Hacer examinar al accidentado por un médico**

En cualquier caso el lesionado deberá ser examinado por un médico, ya que las lesiones internas pueden tener en determinadas condiciones efectos mortales al cabo de un cierto tiempo. La persona que esté prestando ayuda deberá encargarse de que se cumpla esta norma a pesar de que el accidentado no lo crea necesario.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se establecen entre otras cosas los requisitos a cumplir en los proyectos de instalaciones y equipos, para el montaje, maniobra o mantenimiento con o sin tensión.

Las condiciones de seguridad que deben reunir las instalaciones eléctricas son:

- Con relación a las características constructivas de las instalaciones se debe seguir lo dispuesto en la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles, de la Asociación Argentina de Electrotécnicos. En esta reglamentación se determinan los materiales, equipos y aparatos eléctricos que se deben utilizar.
- Para la protección contra riesgos de contactos directos se deben adoptar una o varias de las siguientes opciones:
- Protección por alejamiento: Alejar las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas se encuentran o circulan para evitar un contacto fortuito.

- Protección por aislamiento: Las partes activas de la instalación deben estar recubiertas con aislamiento apropiado que conserve sus propiedades durante su vida útil y que limite la corriente de contacto a un valor inocuo.
- Protección por medio de obstáculos: Consiste en interponer elementos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. La eficacia de los obstáculos debe estar asegurada por su naturaleza, su extensión, su disposición, su resistencia mecánica y si fuera necesario, por su aislamiento.
- Para la protección contra riesgos de contactos indirectos (proteger a las personas contra riesgos de contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión) se debe contar con los siguientes dispositivos de seguridad:
- Puesta a tierra de las masas: Las masas deben estar unidas eléctricamente a una toma a tierra o a un conjunto de tomas a tierra interconectadas. Este circuito de puesta a tierra debe ser continuo, permanente y tener la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada. Periódicamente se deben verificar los valores de resistencia de tierra de las jabalinas instaladas. Los valores de resistencia a tierra obtenidos se deben encontrar por debajo del máximo establecido (10 ohm) de acuerdo con lo dispuesto en la Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas e inmuebles en su capítulo 3, Item 3.2.3.
- Disyuntores diferenciales: los disyuntores diferenciales deben actuar cuando la corriente de fuga a tierra, toma el valor de calibración (300 mA o 30 mA según su sensibilidad) cualquiera sea su naturaleza u origen y en un tiempo no mayor de 0,03 segundos.
- Separar las masas o partes conductoras que puedan tomar diferente potencial, de modo que sea imposible entrar en contacto con ellas simultáneamente (ya sea directamente o bien por intermedio de los objetos manipulados habitualmente).
- Interconectar todas las masas o partes conductoras, de modo que no aparezcan entre ellas diferencias de potencial peligrosas.
- Aislar las masas o partes conductoras con las que el hombre pueda entrar en contacto.
- Separar los circuitos de utilización de las fuentes de energía por medio de transformadores o grupos convertidores. El circuito separado no debe tener ningún punto unido a tierra, debe ser de poca extensión y tener un buen nivel de aislamiento.
- Usar tensión de seguridad.
- Proteger por doble aislamiento los equipos y máquinas eléctricas.

DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD

Es la distancia que debe existir entre un brazo o pierna extendida y la parte energizada según la siguiente tabla:

Voltaje nominal	Distancia mínima de trabajo (cm)
Hasta 15 Kv	60
Hasta 35 Kv	75
Hasta 69 Kv	91
Hasta 115 Kv	150
Hasta 230 Kv	250

ZONAS DE INFLUENCIA O SERVIDUMBRE

Para líneas de transmisión y subtransmisión se debe acondicionar una zona de protección y seguridad igual a la distancia de los conductores extremos. En esta área no se puede construir ninguna instalación o edificación pues corre el riesgo de cortocircuito o de recibir el impacto mecánico cuando se reviente el conductor.

1. PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN

Para conductores a la vista en tensiones menores de 600 voltios, las distancias al suelo serán las siguientes:

- Tres (3) metros por encima de la razante o cualquier saliente cercana.
- 3.70 metros por encima de áreas de acceso a garajes y áreas comerciales, pero donde no exista tráfico de camiones.
- 4.60 metros por encima de zonas comerciales, áreas agrícolas y por donde existe tráfico de camiones.
- 5.50 metros por encima de cables, carreteras y autopistas.

2. PARA CONDUCTORES A LA VISTA EN TENSIONES MAYORES DE 600 VOLTIOS

- a. Sobre carrileras

Las distancias a la cabeza del riel, deben ser las siguientes:

Voltaje en voltios	Distancia en m
115.000	9.90
57.500	9.35
34.500	9.14
13.200	8.40

b. Sobre las vías y pasajes urbanos o rurales.

Las distancias del eje, debe ser las siguientes:

Voltaje en voltios	Distancia en m
57.500	6.90
34.500	6.70
13.200	6.10
11.400	6.10

c. Sobre zonas o vías peatonales

La distancia al suelo debe ser la siguiente:

Voltaje en voltios	Distancia en m
57.500	5.35
34.500	5.15
13.200	4.60
11.400	4.55

d. Distancias mínimas entre los conductores y edificios:

Voltios	Horizontal (M)	Vertical (M)
300 a 8.700	1.0	2.5
8.701 a 15.000	2.5	2.5
15.001 a 50.000	3.0	2.0

Debe evitarse en lo posible el cruzar líneas de potencia por sobre los tejados.

- Cuando una línea de carrilera atraviesa la carrilera del ferrocarril se debe colocar una malla protectora con conexión a tierra, a una distancia inferior de la línea equivalente a un centímetro por Kv, para que en el caso de accidente se evite el contacto con la carrilera.

PREVENCIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO

LAS REGLAS DE ORO

A continuación vamos a explicar debidamente las citadas normas, llamadas "reglas de oro" indicando algunos consejos para su realización en la práctica.

a) Desconexión total

La desconexión total supone la desconexión de todos los polos y por todos lados de la instalación en cuestión.

- **Realización:** Un método sencillo de cumplir esta norma es desenroscar los fusibles o automáticos o bien desconectar los disyuntores. No es suficiente la desconexión de un interruptor monopolar, pues otra persona podría volverlo a conectar. Además otros conductores no desconectados podrían seguir soportando una tensión. Aquí se puede ver la importancia de esta norma.

b) Asegurarse contra una reconexión

Deberán tomarse medidas que garanticen que sólo aquellas personas que trabajen en la instalación pueden volverla a conectar.

- **Realización:** Si se han desenroscado los fusibles no deberán dejarse junto a la caja de distribución; la persona que trabaje en la instalación deberá llevárselos consigo. Los dispositivos de bloqueo ofrecen una seguridad adicional. Se entiende por enclavamiento o bloqueo de un aparato el conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra o funcionamiento de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada, debiendo actuar ante fallas técnicas, causas imprevistas o por error humano. Este bloqueo puede obtenerse, mediante los siguientes sistemas:
 - bloqueo mecánico (candado)
 - bloqueo eléctrico (sacar y guardar fusibles)
 - bloqueo neumático (poner algo en medio físicamente)

Para informar a otros técnicos o usuarios de la instalación puede emplearse etiquetas autoadhesivas que deben pagarse sobre los dispositivos protectores, disyuntores o porta fusibles. Suelen ser de color rojo y amarillo. Realizar la señalización de corte, es indicar claramente mediante frases o símbolos las limitaciones a que está sometido el aparato. En muchas oportunidades no es posible hacer bloqueo o enclavamiento de un aparato de corte, entonces esta norma queda limitada exclusivamente a la señalización, "la señalización es la protección mínima, cuando no se pueden bloquear los aparatos de corte".

c) Comprobar la ausencia de tensión

Aunque se crea haber interrumpido el circuito eléctrico adecuadamente, en determinados casos, puede suceder que determinadas partes de la instalación en cuestión estén sometidas a tensión, bien sea por fallas en el circuito de la instalación o por rotulados o indicadores equivocados. Por tanto, deberá necesariamente comprobarse la ausencia de tensión antes de empezar a trabajar.

- **Realización:** Sólo deberá emplearse voltímetros o busca polos bipolares, pues los buscapolos corrientes (monopolares) pueden en determinadas condiciones no indicar la existencia de tensión aunque ésta esté presente. Esto se debe a que en los buscapolos sencillos la corriente necesaria para que se encienda la lámpara de efluvias debe circular a través del cuerpo humano. La intensidad de ésta corriente puede ser demasiado pequeña a pesar de la tensión peligrosa si existe una resistencia excesiva del punto de trabajo. En este caso la lámpara de efluvias no se encendería.

Es además imprescindible comprobar el funcionamiento del aparato para controlar la tensión inmediatamente antes de su utilización.

d) Puesta a tierra y cortocircuitado

Estas medidas adicionales garantizan que los dispositivos de protección contra sobre-corrientes se activen y desconecten si por error se sometiera la instalación a tensión antes de tiempo.

Deberá en primer lugar ponerse a tierra y a continuación cortocircuitar para que las posibles cargas existentes (en cables largos) puedan pasar a tierra.

- **Realización:** La unión de tierra con los cables de fases y de éstos entre sí, deberán realizarse con una resistencia mínima. Para ello se emplean cables de unión especiales, con abrazaderas, pinzas o garras de contacto y cuyos diámetros deben estar calculados para las intensidades de cortocircuito que pudieran aparecer.

e) Cubrir las partes próximas sometidas a tensión

Cuando se deba trabajar en las proximidades de partes de circuitos sometidos a tensión deberán tomarse las medidas necesarias que impidan un posible contacto con estas partes.

- **Realización:** Con frecuencia es suficiente el tapar con materiales plásticos las partes en cuestión. Ejemplo; fundas de plástico para los soportes aisladores y para los cables en las líneas aéreas.

El peligro aumenta cuando se emplean herramientas o aparatos voluminosos. Mediante una señalización clara y visible de la zona de peligro se logra una seguridad adicional.

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE ORIGEN ELÉCTRICO

LUGARES DE TRABAJO SEGUROS

- Reconocer y corregir las condiciones peligrosas en el ambiente que le rodea en su área de trabajo; las herramientas, equipos de protección y ropa de trabajo.
- Los avisos de seguridad y código de colores: los afiches alertan acerca de peligros específicos, ilustran sobre el uso de los equipos de seguridad y dan instrucciones generales. Los colores más frecuentemente utilizados para la señalización son:

ROJO. Se señalizan las barreras de detención y los interruptores de emergencia.

VERDE: Para la ubicación de equipos de seguridad (botiquines, elementos de protección, salidas de emergencia)

AMARILLO: Para áreas de precaución.

NARANJA: Para partes expuestas de maquinaria.

- Mantenimiento: Toda área de trabajo debe mantenerse libre de peligros, limpia y aseada.

Las reglas de mantenimiento incluyen:

- Organizar las herramientas y equipos cuando no se haga uso de los mismos.
- Retornar cada herramienta y equipo a su lugar después de ser utilizado.
- Mantener el lugar de trabajo libre de desechos y regueros.
- Limpiar rápidamente todo derrame que se presente.
- Mantener los pisos del área de trabajo secos.

Regla de los tres metros: Los trabajadores no calificados para trabajar cerca de áreas de riesgo, ya sean energizadas o desenergizadas deben mantenerse a una distancia mínima de tres (3) metros de todo equipo.

Los vehículos y los equipos mecánicos, deben mantener una distancia de tres (3) metros.

Los podadores de árboles deben conocer y entender el sistema de distribución de energía para evitar los contactos accidentales.

AMBIENTES SEGUROS

- *Humedad:*

Puede producir una trayectoria conductora de electricidad y llegar a causar choque mortal.

Nunca trabaje cerca de fuentes de corriente eléctrica si usted, sus herramientas o vestidos están mojados.

Mantenga cerca una toalla para secarse las manos.

No trabaje en el exterior si se encuentra lloviendo

Si su ropa o calzado se humedecen cámbiaselos inmediatamente.

Atmósfera:

Asegúrese de que no existan en su área de trabajo concentración de material particulado, vapores inflamables o atmósferas explosivas.

Iluminación:

La deficiente iluminación es un riesgo que se presenta en muchos lugares de trabajo, es necesario suplementarla con lámparas portátiles seguras.

ROPA Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- La ropa de trabajo debe ser cómoda y apropiada para el trabajo a realizar.
- La ropa no debe ser ajustada al cuerpo para no limitar la libertad de movimiento pero tampoco debe ser demasiado suelta puesto que puede enredarse con los equipos.
- Los zapatos deben poseer suelas resistentes al aceite y antideslizantes.
- No utilizar cadenas, anillos, relojes, pulseras pues son conductoras de electricidad.
- No se debe llevar el cabello largo suelto. Recójalo debajo del casco de protección o utilice redecillas para ello.
- Lleve siempre un probador de neón o identificador de fase.
- No utilice correas con hebillas metálicas, puede causar contacto eléctrico accidental.
- Al utilizar cinturón porta-herramientas no permita que las herramientas cuelguen, pueden ser causa de contactos eléctricos accidentales.
- Verifique que los elementos de protección personal estén, limpios, ajustados y sean guardados en lugares apropiados.

OPERACIÓN SEGURA DE LOS EQUIPOS

Herramientas:

- Las herramientas desgastadas, defectuosas u operadas con descuido, son la causa directa de accidentes eléctricos. Seleccione la herramienta adecuada, asegúrese que está en buenas condiciones, úsela en forma correcta y guárdela en un sitio seguro.
- Toda herramienta de mano debe tener aislamiento de fábrica en el punto de agarre.
- No asuma que las herramientas aisladas son seguras para todo tipo de trabajo, especialmente para trabajar en circuitos energizados.

- No utilice herramientas con señales de desgaste, rajaduras o grietas en el aislamiento.
- Nunca trate de aislar una herramienta.
- Verifique que las herramientas para trabajos eléctricos cumplan con las normas establecidas en el Código Eléctrico Nacional.
- No modifique las herramientas o equipos eléctricos sin autorización.

ENCHUFES ELÉCTRICOS Y CABLES DE EXTENSIÓN

Con el fin de evitar incendios por sobrecarga de extensiones se debe tener en cuenta:

- Usar tomacorrientes con descarga a tierra y no sobrecargarlos.
- Nunca eliminar la clavija de contacto a tierra para poder conectar la toma, utilice adaptadores.
- No utilice más de un adaptador por tomacorriente.
- Verifique que todos los cables de la extensión sean del tamaño y especificación correctos para el uso que se le esté dando.

APARATOS DE MEDIDA

Los medidores y los equipos de análisis deben ser tratados como cualquier otra herramienta, debiéndose aplicar las mismas reglas.

- Elija el equipo de análisis apropiado para el trabajo.
- Use los procedimientos de prueba establecidos.
- No exceda las limitaciones del equipo.
- Evite el abuso o el manejo descuidado de los equipos.
- Calibre y revise periódicamente los equipos de acuerdo con las normas establecidas por el fabricante.

ESCALERAS

- Utilice escaleras no conductoras, firmes hechas de madera o fibra de vidrio.
- Coloque la escalera de tal forma que no se deslice o se caiga. Para ello se deben ubicar de la vertical a un cuarto ($\frac{1}{4}$) de la longitud de apoyo, sobre bases firmes, con zapatas antideslizantes.
- Nunca separe el cuerpo por fuera de los largueros para alcanzar una mayor distancia lateral.
- Se puede subir a la escalera hasta el penúltimo peldaño.

- Ascender o descender de frente a la escalera utilizando ambas manos para ello.
- Utilice una bolsa o recipiente apropiado para subir o bajar herramientas, no lanzarlas.
- No sobrecargue las escaleras.

NORMAS BÁSICAS EN TRABAJOS CON CIRCUITOS ENERGIZADOS

- Planee la operación que va a realizar, seleccione herramientas, equipo de análisis y medición y los elementos de protección personal antes de iniciar su trabajo.
- Al trabajar en circuitos energizados, utilice únicamente herramientas eléctricas con doble aislamiento.
- Limite el acceso a su área de trabajo con barreras y señalización.
- Conozca el voltaje y los niveles de frecuencia a los que puede estar expuesto para tomar las precauciones.
- No se confíe por trabajar con bajos voltajes.
- Conecte a tierra todas las superficies de trabajo.
- Opere los equipos con el uso de guantes dieléctricos.
- Nunca trabaje solo en un circuito energizado, asegúrese de que un observador esté presente.
- Siga la regla de una sola mano al trabajar con circuitos energizados (trabaje con una sola mano y mantenga la otra mano hacia el lado o dentro de un bolsillo), de lo contrario la corriente eléctrica pasaría de un brazo a otro, pudiendo pasar a través de órganos causándole daños o la muerte.

Normas generales de prevención en trabajos con riesgo eléctrico

1. Nadie que no esté debidamente formado debe realizar trabajos eléctricos. En las empresas con riesgo, debe existir un plan de formación con actualización periódica sobre seguridad, normativa y primeros auxilios. Los trabajadores o trabajadoras formados recibirán la correspondiente acreditación.
2. Los trabajos eléctricos requieren la utilización de distintos equipos de protección personal: guantes o calzado aislantes, casco, pértigas aislantes, alfombras aislantes, etc. Estos equipos, así como las herramientas eléctricas, deben ser revisados antes de cada uso con el fin de detectar cualquier anomalía que afecte su capacidad de aislamiento.

3. Se debe disponer de una normativa interna de seguridad eléctrica, en la que se detallen los trabajos con riesgo, los procedimientos a utilizar, las prohibiciones, las actuaciones en caso de anomalías o accidentes, etc. Es conveniente la instauración de un "permiso para trabajos especiales" cuando se asigne una tarea con riesgo eléctrico, así como evitar la ejecución de tareas con claro riesgo en solitario.
4. Se utilizará un método de trabajo seguro y una buena señalización de seguridad, debiendo haber una persona encargada o jefe de obra que asegure la coordinación entre todos los intervinientes (sobre todo cuando intervienen varios subcontratos y trabajadores que no son electricistas, como pintores, albañiles, etc.).

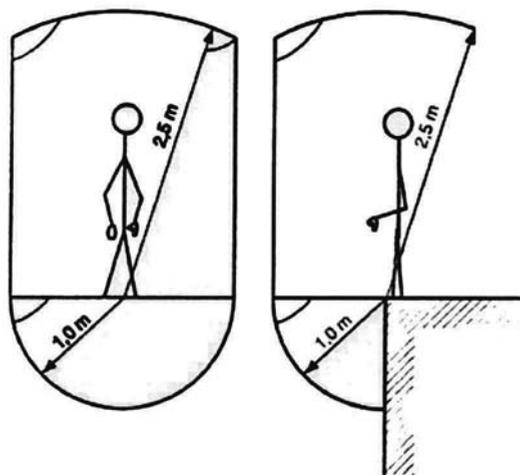
Medidas de seguridad para prevenir contactos eléctricos

Prevención de contactos directos y de contactos indirectos

1. Contacto directo: Es el contacto de personas con partes eléctricamente activas de materiales y equipos.

Se evita colocando fuera del alcance de las personas los elementos conductores bajo tensión, mediante alguna de las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.



- Interposición de obstáculos (por ejemplo: armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ello se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (por ejemplo: aislamiento de cables, portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

Aunque se usen estas protecciones contra los contactos directos, hay ocasiones en las que concurren fallos debido a problemas de mantenimiento, imprudencias...

Para hacer frente a estos errores se introducen los interruptores diferenciales, que facilitan una rápida desconexión de la instalación y reducen el peligro de accidente mortal por contacto eléctrico directo.

Los interruptores diferenciales son dispositivos de corte de corriente por un defecto de aislamiento, que originan la desconexión de la instalación (o parte de la instalación) defectuosa.

Para aplicar una protección diferencial, tanto los aparatos como las bases de los enchufes han de estar puestos a tierra.

2. Contacto indirecto: Es el contacto de personas con elementos conductores (masas) puestos accidentalmente bajo tensión por un fallo de aislamiento.

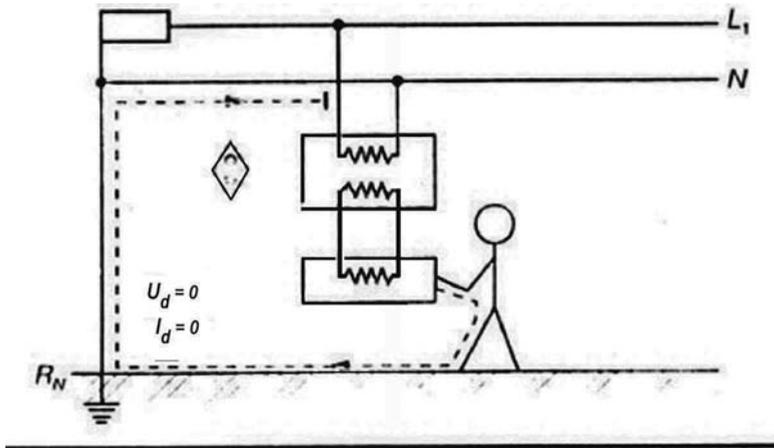
Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

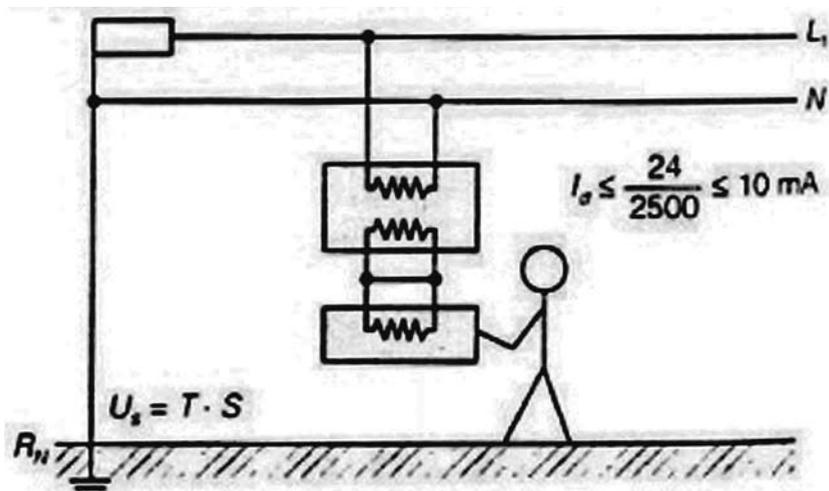
Los sistemas comprenden:

Separación de circuitos: Se basa en el principio de que "para que haya paso de corriente eléctrica por el cuerpo humano, éste ha de formar parte del circuito". Consiste en separar los circuitos de utilización de la fuente de energía (circuito de distribución y alimentación de la corriente, al elemento que se quiere

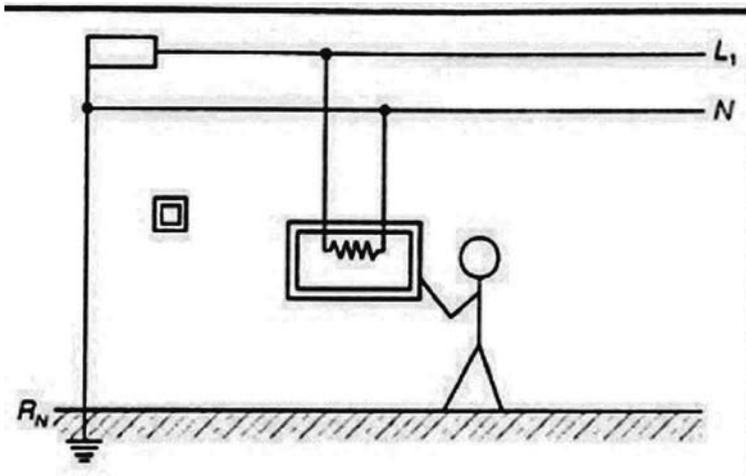
proteger y circuito general de suministro de electricidad), por medio de transformadores o grupos convertidores (motor-generator), manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.



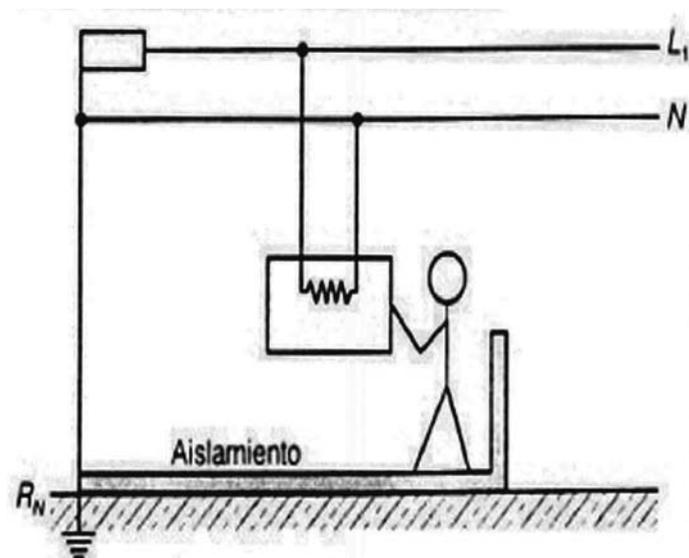
Empleo de pequeñas tensiones de seguridad: Es adecuado para trabajar en sitios húmedos; consiste en el uso de pequeñas tensiones de seguridad (24 voltios de valor eficaz para locales húmedos y 50 para secos), suministradas por un transformador de seguridad para que las intensidades que puedan circular por el cuerpo humano en caso de contacto no exceda los límites de seguridad (10 mA).



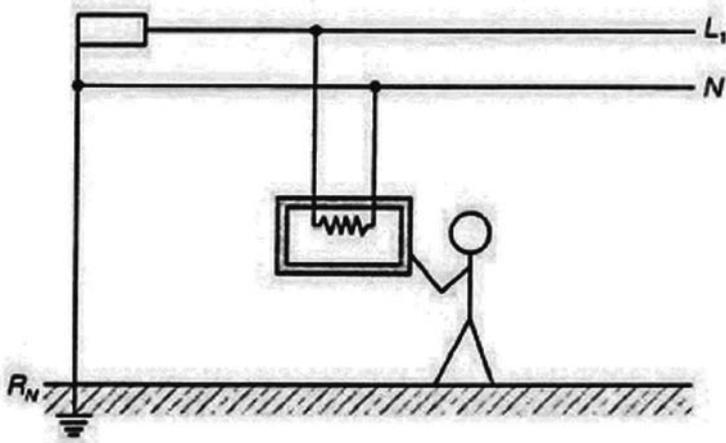
Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamiento de protección: Consiste en un aislamiento suplementario del denominado funcional (el que tiene todas las partes activas de los aparatos eléctricos para que puedan funcionar y como protección básica contra los contactos directos). Se conoce con el nombre de "doble aislamiento"



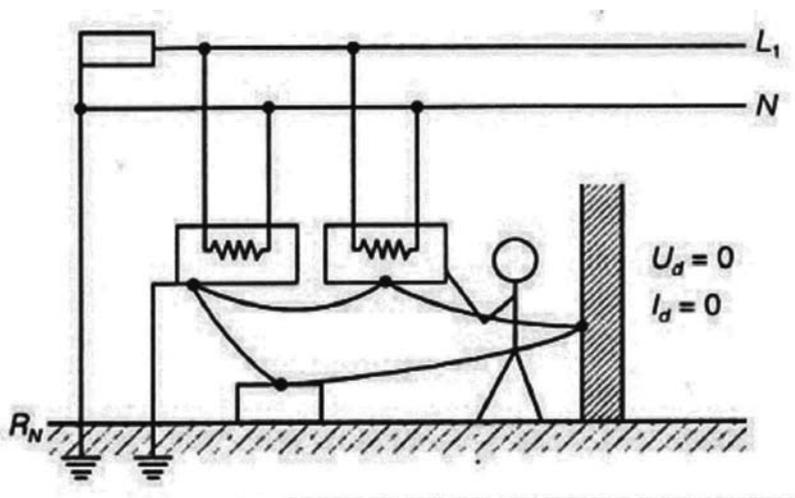
Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas: Consiste en garantizar la seguridad por la imposibilidad material de establecer un circuito de defecto al existir una inaccesibilidad simultánea, en condiciones normales de trabajo, entre masas y elemento conductor o dos masas.



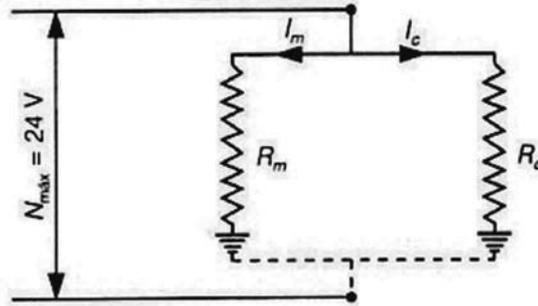
Recubrimiento de masas con aislamiento de protección: Consiste en recubrir las masas con un aislamiento de protección. Al aplicar esta medida deberá tenerse en cuenta que las pinturas, lacas, barnices y productos similares, no tienen las condiciones requeridas para poder ser consideradas como aislamiento a no ser que se acredite.



Conexiones equipotenciales: Consiste en unir todas las masas de la instalación a proteger entre sí mediante un conductor de resistencia despreciable, para evitar que puedan aparecer en cualquier momento diferencias peligrosas de potencial entre ellas.



Puesta a tierra de las masas: La unión mediante elementos conductores (cables de cobre), sin fusibles ni protección alguna, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el fin de permitir el paso a tierra de las corrientes eléctricas que puedan aparecer por defecto en los citados elementos, limitando el paso de la corriente por el cuerpo de la persona en el caso de un contacto a una intensidad tolerable.

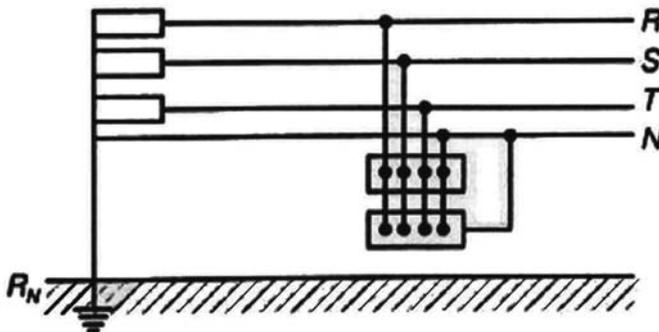


$$R_m \cdot I_m = R_c \cdot I_c \leq 24V$$

$$I_m / I_c = R_c / R_m$$

$$\text{Como } R_m \ll R_c \Rightarrow I_c \ll I_m$$

Puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto: Consiste en unir todas las masas de la instalación eléctrica a proteger al conductor neutro, de tal forma que los defectos francos del aislamiento del dispositivo de corte se transforman en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el accionamiento del dispositivo de corte automático y en consecuencia la desconexión de la instalación defectuosa.



PUNTOS DE CONTACTO POSIBLE

- Contactos entre dos conductores energizados. Se presenta con frecuencia.
- Contacto entre un conductor energizado y una masa accidentalmente energizada. De escasa presentación.
- Contacto entre dos masas accidentalmente energizadas. De muy escasa presentación.
- Contacto entre un conductor energizado y la tierra o elemento conductor en contacto con la tierra (mesa, lavaplatos, llave de agua, etc.). Se presenta muy frecuentemente.
- Contacto entre una masa accidentalmente energizada y la tierra o elemento conductor en contacto con la tierra. Se presenta muy frecuentemente.
- Contacto entre dos puntos de tierra accidentalmente energizados. De muy escasa presentación.

CONCEPTOS DE FASE, NEUTRO Y TIERRA

TIERRA Y NEUTRO

- La tierra es conductor eléctrico. Se debe recordar siempre que la tierra es conductora y que se está en general en contacto con ella.
- Un conductor que está conectado a tierra es neutro.
- El (o los otros) conductores que no está(n) conectados a tierra son la fase.

TENSIONES ENTRE TIERRA, NEUTROS Y FASES

- Circuitos monofásicos: Entre neutro y tierra no hay normalmente tensión peligrosa, entre fase y tierra hay tensión E.
- Circuitos trifilares: La tensión entre cada fase y la tierra es igual a E. La tensión entre las dos fases es igual a 2E.
- Circuitos trifásicos: La tensión entre cada fase y la tierra es igual a E. La tensión entre dos fases cualesquiera es igual a:

$$E (3)^{1/2} = 1.73 * E$$

Nota: Nunca se deben interrumpir las conexiones a "tierra" ni los conductores "neutro"

CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE TIERRA

Es un elemento conductor (varilla) metálica, generalmente construido en cobre y de longitud aproximada de 2.40 metros que se utiliza para buscar que las anomalías producidas por cortocircuitos, sobrevoltaje y descargas atmosféricas (rayos), sean llevados a tierra adecuadamente y no produzcan accidentes eléctricos que afecten a las personas o a los aparatos eléctricos. La función de la varilla de puesta a tierra es facilitar una vía por donde descargar altas corrientes de cortocircuitos para evitar sobrevoltaje que pongan en peligro la seguridad de las personas, garantizando además que la línea neutra se mantenga equivalente a la de puesta a tierra.

Para realizar la instalación hay que enterrar primero la varilla COOPER WELL cerca de la caja del contador.

De esta varilla mediante un conector de cobre (de calibre mayor o igual que el de la acometida eléctrica), el cual se instala en la caja del contador a un conector eléctrico de tipo palacable donde se conecta con el hilo neutro o línea muerta de la instalación interna.

La conexión entre la caja del contador y la varilla a tierra puede ir incrustada en la pared, dentro de un tubo PVC o un tubo conduit eléctrico.

Los beneficios que se obtienen de la puesta a tierra son entre otros: Protección de la vida, evitar incendios, protección de equipos eléctricos, protección de red eléctrica, contribución al equilibrio del sistema de distribución eléctrica en beneficio de la comunidad.

MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA

La resistencia de cualquier electrodo de puesta a tierra debe ser menor de 25 ohmios (Norma ICONTEC 2050), en subestaciones la resistencia de la malla a tierra debe ser menor de 2 ohmios.

Par verificar y cumplir las normas establecidas se debe:

- Asegurar que todas las tuercas y tornillos estén ajustados y en especial de que todos los materiales utilizados no puedan dar lugar a fenómenos de corrosión.
- Verificar la eficiencia de la instalación de tierra revisando los ajustes de los empalmes.
- Medir la resistencia de las instalaciones.

- Comprobar medidas en períodos no superiores a dos años y siempre hacer verificación del estado físico.

PUESTAS A TIERRA

Toda instalación eléctrica cubierta por el Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

La exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras que ante una sobre tensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- c. Servir de referencia al sistema eléctrico.
- d. Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- e. Transmitir señales de RF en onda media.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente. Sin embargo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial (GPR por sus siglas en inglés).

La máxima tensión de contacto aplicada al ser humano que se acepta, está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla.

Requisitos generales de las puestas a tierra

Las puestas a tierra deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en algunos casos.
- b. Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.
- c. Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal uso.
- d. Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial cumpla con el presente Reglamento, se deben dejar puntos de conexión y medición accesibles e inspeccionables. Cuando para este efecto se construyan cajas de inspección, sus dimensiones deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible.
- e. No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.
- f. Para sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales el neutro puede sobrecargarse, esto puede conllevar un riesgo por el recalentamiento del conductor, máxime si, como es lo normal, no se tiene un interruptor automático. Por lo anterior, el conductor de neutro, en estos casos debe ser dimensionado con por lo menos el 173% de la capacidad de corriente de la carga de diseño de las fases.
- g. A partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento queda expresamente prohibido utilizar en las instalaciones eléctricas, el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento. No se permitirá el uso de sistemas monofilares, es decir, donde se tiende sólo el conductor de fase y donde el terreno es la única trayectoria tanto para las corrientes de retorno como de falla.
- h. Cuando por requerimientos de un edificio existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente.

Cuando se requiera diseñar, reparar o revisar sistemas de puesta a tierra es necesario recurrir a personal calificado. Además se debe recurrir a la norma ICONTEC 2050.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

Lo ideal es evitar el mantenimiento correctivo. Para ello debe llevarse hoja de vida de la instalación y los equipos, anotándose los datos del fabricante y las características del equipo y todos los informes técnicos del mantenimiento.

FUNDAMENTOS DE PROTECCIÓN

CONDICIONES DE PASO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

- Existencia de dos puntos de contacto (que pueden situarse en cualquier parte del cuerpo).
- Presencia de tensión entre estos dos puntos.

Entonces los principios básicos de protección tendrán su fundamento en impedir que las dos condiciones enumeradas se cumplan simultáneamente.

MODOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN

- **AISLAMIENTO:** Consiste en introducir en el circuito resistencias (R) elevadas, evitando así los puntos de contacto directo. Estas resistencias son: guantes, alfombras de caucho, pértigas, herramientas aisladas.
- **CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL:** Consiste en unir con un conductor eléctrico todos los puntos conductores que puedan entrar en contacto con algún punto del cuerpo. Esta conexión pone los puntos en cortocircuito evitando la presencia de tensión.
- **UTILIZACIÓN DE LA MUY BAJA TENSION:** Por medio de un transformador reductor se alimentan los circuitos con una tensión inferior a la tensión peligrosa de 25 V. Estos transformadores de "seguridad "se utilizan para alimentar herramientas, lámparas portátiles, previstos para 24 voltios.

APLICACIÓN PRÁCTICA DE PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN

A NIVEL DEL USUARIO DOMÉSTICO

- Utilización de aparatos de doble aislamiento.
- Conexión a tierra de las carcasas metálicas de los aparatos electrodomésticos.
- No utilizar aparatos electrodomésticos estando descalzos y evitar tener un aparato eléctrico haciendo contacto con alguna parte conductora.
- Evitar arreglos provisionales, defectuosos.

- Hacer chequear periódicamente (al menos cada año) aparatos de instalación.
- A la primera falla de un aparato desecharlo o hacerlo reparar por personal calificado.

PROTECCIÓN EN INSTALACIONES INDUSTRIALES Y DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

- Acercamiento a conductores energizados: Se debe guardar una distancia prudencial, mediante la colocación de rejas o pantallas de protección, respetando una distancia mínima de acercamiento (d_a)

Por baja tensión de 30 centímetros

En alta tensión $d_a = 50 + 0.5 E$ (Kv)

- Maniobras de aparatos de corte: Se debe chequear periódicamente el buen estado y funcionamiento de los aparatos, maniobrando con equipos de protección adecuados: guantes de caucho, pértigas y alfombras aislantes.
- Conexión a tierra de las carcasas de los equipos: Se deben realizar conexiones a tierra que garanticen tensiones de paso inferiores a 25 V. Además se deben chequear periódicamente las resistencias de las tomas a tierra.

Normas para trabajar en instalaciones eléctricas

Las técnicas o procedimientos para trabajar en instalaciones eléctricas o en sus proximidades se establecerán teniendo en cuenta que deben efectuarse siempre sin tensión.

Cómo dejar sin tensión una instalación

La primera norma de seguridad es la desconexión del circuito eléctrico antes de intervenir sobre una instalación.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación se harán por personal autorizado y por personal calificado en trabajos de alta tensión.

Una vez identificada la zona donde se va a proceder al trabajo se seguirán las cinco etapas que corresponden a las "cinco reglas de oro", que son:

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores

- y seccionadores que aseguren la imposibilidad de cierre intempestivo, es decir desconectar.
2. Enclavamiento o bloqueo de los elementos de corte, es decir prevenir cualquier retroalimentación.
 3. Reconocimiento de ausencia de tensión; el operario utilizará pértiga y se aislará mediante guantes y banqueta.
 4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
 5. Colocar señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Cómo reponer la tensión

La reposición de la tensión sólo comenzará una vez finalizado el trabajo, se hayan retirado los trabajadores y se hayan recogido las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprende:

- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización de los límites de trabajo.
- La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
- El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Como excepción a la regla general, en los siguientes casos se podrán realizar trabajos con la instalación en tensión:

- Operaciones elementales en baja tensión, con material eléctrico concebido para tal utilización y sin riesgo para el personal en general.
- Trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad.
- Operaciones que por su propia naturaleza, como mediciones, ensayos y verificaciones, requieran estar en tensión.
- Trabajos en instalaciones cuyas condiciones no permitan dejarlas sin suministro eléctrico.

TRABAJOS EN INSTALACIONES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Para la realización de trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos de este tipo, se deberán seguir algunos procedimientos que reduzcan al máximo el riesgo, tales como:

- Limitar y controlar la presencia de sustancias inflamables.
- Evitar la aparición de focos de ignición.
- Prohibir realizar trabajos en tensión, salvo si los equipos están concebidos para poder trabajar en atmósfera explosiva.
- Adecuar los medios y equipos de extinción al tipo de fuego y estar disponibles.
- Los trabajos con riesgo de incendio los llevarán a cabo trabajadores autorizados y los trabajos en atmósferas explosivas los realizarán trabajadores cualificados.

TRABAJO EN INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Los riesgos de este tipo de instalaciones son básicamente los mismos que para la baja tensión; aunque existe un caso especial para alta tensión; en algunas ocasiones no es necesario un contacto físico con los elementos de la instalación, sino que por el simple hecho de acercarse al elemento en tensión se establece el arco eléctrico (más adelante se habla de ello en trabajos en proximidad).

- Los trabajos en alta tensión se realizarán bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo (una persona cualificada que asume la responsabilidad directa del trabajo), el personal autorizado para este tipo de trabajos estará capacitado y será habilitado por el empresario tras superar una prueba de evaluación.
- Los procedimientos de trabajo indicando las medidas de seguridad, materiales y medios de protección, y todas aquellas circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo, deberán figurar por escrito.

TRABAJOS EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

- El personal debe ser cualificado; en aquellos casos donde la comunicación sea difícil, deberán concurrir por lo menos dos trabajadores.
- Los métodos de trabajo, equipos y materiales deben asegurar la protección

del trabajador frente a riesgos eléctricos; esto es, utilizar pantallas o cubiertas, herramientas, pértigas, banquetas, todo ello aislante y elementos de protección personal contra riesgo eléctrico.

- Se prestará especial atención a los apoyos estables y sólidos; a la buena iluminación y a la posibilidad de que el trabajador lleve objetos conductores (pulseras, relojes, cadenas...).
- La zona se debe señalizar.
- Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales y climatológicas si el trabajo se realiza al aire libre.

TRABAJOS EN PROXIMIDAD

Se conoce como trabajo en proximidad aquel durante el cual el trabajador no entra físicamente en contacto con la fuente generadora de riesgo eléctrico pero si está lo suficientemente próximo a ella como para que los efectos de la corriente eléctrica produzcan un efecto sobre él.

Para efectuar los trabajos en proximidad se adoptarán medidas que reduzcan al máximo las zonas de peligro, así como los elementos en tensión; para ello se deberá:

- Limitar la zona de trabajo mediante barreras, envolventes o protectores, de manera que aseguren la protección.
- Formar e informar al personal directa e indirectamente implicado no sólo de los riesgos existentes, sino también de la necesidad de informar sobre insuficiencia de medidas adoptadas.
- Si las medidas anotadas anteriormente no suponen una significativa protección para los trabajadores, dichos trabajos se tendrán que realizar por personal autorizado o bajo la vigilancia de alguno de ellos.

Como ejemplo de trabajo en proximidad en el que se deberán aplicar las recomendaciones anteriormente presentadas, están los trabajos cerca de líneas aéreas o subterráneas en edificación, obra pública o trabajos agrícolas.

SEGURIDAD EN REDES AÉREAS DESENERGIZADAS

- Previo al inicio del trabajo el área debe ser delimitada por vallas, conos reflectivos, señales luminosas.
- Para trabajar sobre postes eléctricos; el operario deberá ir provisto de los equipos de protección eléctricos y contra caídas adecuados.

- Antes de subir al poste, debe verificar condiciones seguras para desarrollar el trabajo.
- Para salvar un obstáculo cuando se trepa por un poste se procederá de la siguiente manera: Atar la cuerda de sujeción supletoria a un punto fijo, soltar la correa de sujeción del arnés, pasarla por encima del obstáculo y volverla a atar al arnés; desenganchar la cuerda de sujeción supletoria del punto fijo y volverla a colocar en el cinturón del arnés.
- Conectar a tierra y cortocircuitar antes de iniciar el trabajo, considerando bajo tensión todas las partes del circuito hasta tanto no se encuentren efectivamente aterrizados.
- Colocar señalización preventiva para que nadie energice el circuito.
- Verificar la ausencia de tensión en cada una de las fases, comprobando primero el adecuado funcionamiento del equipo medidor de tensión; colocarse los guantes y gafas de protección para realizar la medición; probar nuevamente el equipo de medición de tensión. Nunca iniciar las pruebas antes de verificar la ausencia de tensión.
- Manejar los equipos de puesta a tierra con pértigas aisladas, respetando las distancias de seguridad respecto a los conectores.
- Para conexión, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a aterrizar, para desconexión se procede a la inversa. Colocar bien los conductores evitando desconexiones durante el trabajo.
- Conectar los equipos de puesta a tierra a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo.
- Verificar puesta a tierra de la estructura
- Si se van a hincar postes verificar el buen estado del cable y la manila, asegurar fuertemente el poste y colocar el relleno apisonándolo bien.
- Si debe subirse material este debe estar asegurado con otra cuerda.
- Al tensionar los cables no debe amarrarse el cable del rededor del cuerpo.
- No arrastrar los cables por el suelo.

SEGURIDAD EN REDES AÉREAS ENERGIZADAS

- Realizar esta labor sólo si se está técnicamente preparado y adecuadamente instruido, y se cuenta con las mejores condiciones físicas y psicológicas.
- El trabajo requiere de la mayor coordinación para trabajo en equipo. Nunca debe trabajar un colaborador solo.
- Verificar que se cuente con el equipo de protección para todo el grupo de trabajo, y que estos estén en perfecto estado sin agujeros o deterioro.

- Verificar que se cuente con todo el equipo para la clase de tensión a trabajar, y que este se encuentre en buen estado de aislamiento.
- No usar ningún objeto metálico: joyas, esferos, cremalleras metálicas etc.
- Comunicarse con el centro de control para coordinar la maniobra de energizado, advirtiendo que si se presenta una salida del servicio no se conecte hasta tanto no se dé orden expresa.
- Realizar reunión antes de iniciar el trabajo para informar exactamente en qué consiste y recordar las normas de seguridad,
- Colocarse guantes y mangas dieléctricas, y gafas con filtro U.V. antes de iniciar la labor, de acuerdo al tipo de voltaje.
- Efectuar el trabajo en canasta o plataforma aislada.
- Cuando se presente lluvia suspender el trabajo.
- Trabajar sin prisa en todo momento conservando la calma.
- Nunca realizar este tipo de trabajo bajo la influencia de bebidas alcohólicas o de sustancias sicoactivas.

SEGURIDAD EN CAJAS SUBTERRÁNEAS

- Colocar señalización alrededor de la caja que se va a inspeccionar.
- Evitar el rozamiento de cables por el piso
- Al destapar las cajas de inspección esperar 10 minutos para que esta se ventile y permitir la salida de gases como monóxido de carbono, dióxido de carbono y otros que se puedan encontrar en la caja. Si se cuenta con los recursos técnicos realizar medición del nivel de oxígeno y monóxido de carbono antes de ingresar a la cámara.
- Si la caja se encuentra inundada con agua proceder a sacar el agua con motobomba antes de ingresar en ella.
- Antes de ingresar colocarse un arnés de seguridad atándolo a un punto fijo externo.
- Siempre un trabajador debe permanecer afuera vigilando el trabajo del compañero que ingresa.
- Nunca encender fósforos o cigarrillos al interior de la cámara.
- Proveer luz auxiliar con linterna aislada
- Tener cuidado con otros circuitos ya energizados que puedan encontrarse dentro de la cámara.
- No usar objetos metálicos.
- Si debe realizar empalmes desenergizar primero, probar ausencia de tensión, abrir seccionadores con pértiga y colocar señalización de no maniobrar a ambos lados del circuito.
- Usar los elementos de protección personal

TRABAJOS DE MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIONES, TRANSFORMADORES

- Donde hayan cables o sistemas energizados no usar relojes, cadenas, anillos o elementos metálicos.
- Usar los elementos de protección personal necesarios.
- Identificar los parámetros eléctricos de voltaje, corriente, potencia, etc. estandarizados por el equipo y los parámetros que se requieren para la calibración y parametrización.
- Revisar los sistemas de protección eléctrica y puestas a tierra de equipos, estructuras, etc.
- Revisar aislamiento de conductores o empalmes, para que no hayan empalmes defectuosos o instalaciones en cortocircuito.
- Verificar voltajes con el tester en el desarrollo de los pasos del oficio
- Cuando deban hacerse pruebas energizadas: Ubicarse protegiendo cara y ojos de explosiones, en lo posible hacer pruebas en remoto despejando previamente el área de manera que permanezca en ella solo el personal necesario, energizar el sistema y verificar parámetros eléctricos requeridos, efectuando ajustes correspondientes.
- Al movilizar equipos o herramientas evitar contacto con redes auxiliares o sistema eléctrico conectado en el área.

SEGURIDAD EN SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

- Realizar corte visible, separar toda posible fuente de corriente eléctrica de la instalación o apertura de cuchillas.
- Realizar bloqueo o condenación, impidiendo la maniobra del aparato de corte visible y manteniendo posición fija (abierta o cerrada) con candado o cierre eléctrico.
- Verificar la ausencia de tensión
- Poner a tierra y cortocircuitar
- Para realizar maniobras en la subestación como desconectar las puestas a tierra y cerrar los seccionadores, se debe abrir el seccionador de puesta a tierra, cerrar los seccionadores de las barras, verificar que los dispositivos como alarmas y señalización estén en buenas condiciones.
- Nunca operar un seccionador con el interruptor abierto.
- En el momento de la maniobra agarrar la pértiga del tramo aterrizado a tierra.
- Para las maniobras usar los elementos de protección personal.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los elementos de protección personal usados deben estar homologados con las normas ICONTEC respectivas:

- Botas de caucho caña alta dieléctrica, para trabajos dentro de cajas de inspección. Norma Icontec 1741.
- Arnés de seguridad corporal, para trabajos en altura. Norma Icontec 2037
- Gafas de seguridad, con filtro antirradiación ultravioleta. Norma Icontec 1825 y 1835.
- Guantes aislantes de electricidad. Norma Icontec 2219
- Calzado dieléctrico de cuero, aislante de electricidad.
- Cascos de seguridad aislantes de electricidad. Norma Icontec 1523.

La ropa de trabajo usada debe ser preferiblemente de algodón para no acumular cargas estáticas, no debe tener cremalleras o botones metálicos, ni estar húmeda.

PROTECCIÓN EN INSTALACIONES

- a) Puesta a tierra en todas las masas de los equipos e instalaciones.
- b) Instalación de dispositivos de fusibles por corto circuito.
- c) Dispositivos de corte por sobrecarga.
- d) Tensión de seguridad en instalaciones de comando (24 Voltios).
- e) Doble aislamiento eléctrico de los equipos e instalaciones.
- f) Protección diferencial.

PROTECCIONES PARA EVITAR CONSECUENCIAS

- a) Señalización en instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión.
- b) Desenergizar instalaciones y equipos para realizar mantenimiento.
- c) Identificar instalaciones fuera de servicio con bloqueos.
- d) Realizar permisos de trabajos eléctricos.
- e) Utilización de herramientas diseñadas para tal fin.
- f) Trabajar con zapatos con suela aislante, nunca sobre pisos mojados.
- g) Nunca tocar equipos energizados con las manos húmedas.
 - Los accidentes por contactos eléctricos son escasos pero pueden ser fatales.
 - La mayor cantidad de accidentes generan lesiones importantes en las manos.

- La persona cumple la función de conductor a tierra en una descarga.
- La humedad disminuye la resistencia eléctrica del cuerpo y mejora la conductividad a tierra.
- Las personas deben estar capacitadas para prevenir accidentes de origen eléctrico.
- La tensión de comando debe ser de 24 voltios o la instalación debe tener disyuntor diferencial.
- Se puede trabajar en equipos eléctricos con bajo riesgo si están colocadas debidamente las protecciones.

Guía de control para identificar deficiencias preventivas - instalaciones eléctricas

1. ¿Se revisan regularmente por personas competentes todos los equipos eléctricos?
2. ¿Constan por escrito los resultados de estas revisiones? ¿Se corrigen las situaciones inseguras detectadas?
3. En condiciones de humedad, ¿se reduce el voltaje de los equipos?
4. ¿Están claramente identificados todos los cables eléctricos?
5. ¿Las intervenciones sobre instalaciones eléctricas se efectúan en ausencia de tensión?
6. ¿Existe en la empresa normativa interna escrita que regule las actuaciones en casos de corte y reposición de tensión?
7. ¿Fija específicamente quién, cómo y con qué pasos previos se ha de proceder?
8. ¿El personal que interviene sobre instalaciones eléctricas ha recibido una formación específica debidamente acreditada?
9. ¿Dichos trabajadores disponen del equipo adecuado: herramientas aisladas, protección personal, equipos para verificación de tensión?
10. ¿Está el personal debidamente adiestrado en técnicas de asistencia de urgencia ante un eventual accidente eléctrico?
11. ¿En las zonas bajo tensión se dispone de extintores adecuados para un incendio eléctrico? ¿Y en las zonas de alta tensión, de mantas de protección de quemados?
12. ¿Están presentes, de forma habitual, los mandos y/o técnicos de la empresa durante la realización de trabajos con riesgo eléctrico crítico?
13. ¿Existe en la empresa un programa de inversiones anual para corregir situaciones peligrosas detectadas con anterioridad, aunque no sean de riesgo inminente?

14. ¿Los armarios, equipos y zonas o salas de alta tensión disponen de puertas, cierres, armarios, etc., provistos de llave o candado? ¿Si es así, se controla la posesión de la llave suficientemente y bajo responsabilidad individual?

La energía que circula por las instalaciones y líneas eléctricas es sumamente poderosa. La electricidad produce cada año numerosos accidentes, muchos de ellos mortales. Las instalaciones, aparatos y equipos eléctricos tienen habitualmente incorporados diversos sistemas de seguridad contra los riesgos producidos por la corriente. Pero aunque estos sistemas sean perfectos, no son suficientes para una protección total; para la utilización de la energía eléctrica en cualquiera de sus formas, deben observarse determinadas Reglas de Seguridad.

No utilice cables defectuosos, clavijas de enchufe rotas, ni aparatos cuya carcasa presente desperfectos. Utilice solamente aparatos perfectamente conectados. Examine periódicamente el estado de los cables flexibles de alimentación y preocúpese de que la instalación sea revisada por el servicio de mantenimiento eléctrico.

Para utilizar un aparato o instalación eléctrica, maniobre solamente los dispositivos de mando previstos a este fin por el constructor o instalador.

No altere ni modifique la regulación de los dispositivos de seguridad.

Para desconectar una clavija de enchufe, tire siempre de ella, nunca del cable de alimentación. Después de terminar el trabajo, desconecte los cables de alimentación y los prolongadores. No conecte nunca un aparato cuando la toma de corriente presente defectos o no sea la adecuada. Nunca ha de efectuarse la toma de corriente con los cables directamente.

No utilice aparatos eléctricos, ni manipule sobre Instalaciones eléctricas, cuando accidentalmente se encuentren mojadas o si es usted quien tiene las manos o los pies mojados.

No moje nunca intencionadamente los aparatos o instalaciones eléctricas. En ambientes húmedos, como lavaderos, fosos, subterráneos, etc., asegúrese con el especialista eléctrico, de que las máquinas eléctricas y todos los elementos de la instalación cumplen las normas de seguridad. Deposite el material eléctrico en lugares secos.

Evite la utilización de aparatos o equipos eléctricos.

En caso de avería o incidente, corte la corriente como primera medida.

- Para cambiar una lámpara.
- Para reemplazar un fusible.
- Para socorrer a la persona electrizada por la corriente.

Si se tarda demasiado o resulta imposible cortar la corriente, trate de desenganchar a la persona electrizada por medio de un elemento aislante (tabla, listón, cuerda, silla de madera, etc.)

Toda anomalía que se observe en las instalaciones eléctricas se debe comunicar inmediatamente al servicio especializado. En caso de avería, apagón o cualquier otra irregularidad. No utilice, e impida que otros lo hagan, el aparato averiado, hasta después de su reparación.

Los cables de alimentación deben manejarse con precaución.

Hay que evitar pisarlos con vehículos o que descansen sobre aristas vivas. No tire de los cables eléctricos para mover o desplazar los aparatos o maquinaria eléctrica. Si un aparato o máquina ha sufrido un golpe, caída, o se ha visto afectado por la humedad o productos químicos, no lo utilice, y haga que lo revise un especialista.

Nunca debe olvidarse eliminar o informar una situación de riesgo que pueda causar accidentes, Esto es parte del trabajo. Es imposible esperar que los riesgos sean eliminados si no se presenta el informe a la persona que tenga la autoridad para hacerlos corregir, quien a su vez debe tomar todos los recaudos necesarios para eliminar la condición de peligro o para hacer que la falla sea reparada.

Medidas para minimizar los riesgos de responsabilidad de la empresa y del trabajador, enfoque moderno de la prevención

La empresa moderna debe asumir una serie de responsabilidades, entre las cuales se destacan las siguientes, sin perjuicio de otras que se agregan para cada caso en particular:

1. Brindar ambientes de trabajos higiénicos y seguros.
2. Asumir el control de cumplimiento de las Normas de Seguridad con carácter docente.
3. Mantener permanentemente informado al personal de los posibles riesgos de accidentes que puedan producirse por la utilización de:
 - Instalaciones

- Máquinas
- Herramientas
- Movimiento de materiales y depósitos
- Elementos utilizados para el trabajo
- Adecuar los métodos de trabajo para que los mismos sean correctos y seguros.

Los trabajadores deben tener en cuenta una serie de condiciones para contribuir al cuidado de su salud, de su vida y de la prevención de los bienes que en función productiva y creadora se le confían.

- Mantener una actitud positiva, atenta y segura en todas las tareas que realice.
- Considerar a las normas de seguridad como un factor de "defensa propia", dado que el accidente lo convertirá, en el caso de producirse, en la víctima primaria de sus consecuencias.
- Pensar permanentemente en los riesgos del trabajo para preverlos y prevenirlos con las medidas más adecuadas.
- Hacer del trabajado seguro una rutina, de forma tal que la prevención se realice sin ningún esfuerzo adicional.
- Colaborar con la detección de riesgos e informarlos teniendo en cuenta que nadie conoce mejor las tareas y sus implicaciones, que la persona que la realiza, aportando ideas sobre el particular.

La neutralización de riesgos debe aplicarse a todo tipo de actividad que el ser humano desarrolle, una permanente actitud preventiva y un periódico control de las actitudes requeridas, es el camino válido para prever infortunios.

TRABAJO EN CÁMARAS SUBTERRÁNEAS

Objetivo

Establecer un procedimiento seguro para trabajadores de *redes subterráneas* que permita identificar y controlar los riesgos en el desarrollo de las tareas que se efectúan en las mismas.

Etapas para un trabajo seguro

1. Planificación.

Planear el trabajo a realizar y seleccionar las herramientas, equipos, instrumentos y elementos de protección personal necesarios para su ejecución.

2. Evaluación

Características del entorno y del área de trabajo:

- Tránsito (vehículos y/o peatones)
- Iluminación (día, noche, penumbra)
- Clima (frío, calor, lluvia)

3. Señalización

Señalizar el entorno, la cámara, la vía pública donde se va a operar según la intensidad de circulación de vehículos y peatones, mediante el empleo de conos, barandas plegables, banderolas, luces intermitentes (horario nocturno).

4. Apertura

Abrir la tapa de la cámara ocupando las herramientas especiales, (gancho J, gancho especial de palanca)

Evaluación de contaminantes. Con instrumentos adecuados medir la existencia de gases nocivos al interior de la cámara.

6. Ventilación

Ventilar la cámara mediante el empleo de lona y/o inyector de aire comprobando luego la inexistencia de gases.

7. Ingreso a la cámara

Para ingresar, se deberá portar todos los elementos de protección personal y la certeza de un ambiente seguro.

8. Trabajo a realizar.

Se realiza el trabajo planificado.

9. Terminación del trabajo.

La cámara debe quedar limpia, seca y los ductos sellados.

10. Cierre de la cámara.

Colocación y sello de la tapa de cámara

11. Retiro de señalización.

Se retiran las protecciones dejando la vía apta para el servicio público

RIESGOS INHERENTES AL TRABAJO:

1. Ergonómicos (sobreesfuerzos- posiciones incómodas- repetitivas)
2. Biológicos (picadura o mordedura de animales (moscos, zancudos, alacranes, arañas, serpientes, roedores), contacto con aguas negras)
3. Seguridad (caída de distinto nivel, atropamiento, golpeado por, golpeado contra)
4. Físicos (incendio o explosión)
5. Eléctricos (de electrocución y/o electrización)
6. Químicos (gases, líquidos)
7. Presencia gases (monóxido carbono- metano- cloro)

REQUERIMIENTOS BÁSICOS

Herramientas

- Herramientas para el cargo
- Herramientas especiales para abrir cámaras
- Iluminación para trabajo nocturno
- Instrumento indicador de gases (exposímetro)
- Inyector de aire para ventilación forzada
- Bomba extractora de agua de capacidad de 8 Litros/min.
- Conos y barandas para señalización
- Trípode para espacios confinados

Vehículo

- Porta escala normalizado
- Elementos de seguridad
- Triángulos
- Extintor
- Botiquín
- Herramientas

Protección personal

- Arnés de seguridad
- Casco con barboquejo
- Guantes (dieléctrico – baqueta - caucho)

- Calzado de seguridad
- Chalecos reflectantes
- Gafas de protección

RECOMENDACIONES PARA REALIZAR UN TRABAJO SEGURO

1. Abierta la cámara, se debe ventilar con lona durante 15 minutos y se evaluará, hasta tener la certeza de la ausencia total de gases nocivos. Se informará al superior inmediato de la persistencia de gas no obstante la maniobra de ventilación que se ejecute. Si es necesario se empleará ventilación forzada. Sólo se entrará a trabajar en la cámara, si los instrumentos marcan cero concentración de gases nocivos.
2. El ingreso se realiza con las manos libres. Las herramientas se bajan previamente por medio de un cordel atado a un bolso de lona. Para cualquier trabajo a desarrollar en el interior de la cámara ésta debe estar limpia y seca. Si se encontraren elementos ajenos por ejemplo: agua, barro u hojas. Se procederá a desaguarla, limpiarla y secarla antes de ingresar.
3. La lona permanecerá instalada durante todas las operaciones que se realicen en el interior de la cámara retirándola al término del trabajo. Solo se podrá trabajar con soplete cuando exista la certeza absoluta que no hay presencia de gas contaminante o explosivo, verificando rigurosamente las medidas de ventilación.

NORMA BÁSICA DE SEGURIDAD RIESGO ELÉCTRICO

1. El acceso a los controles eléctricos, a la caja de fusibles y áreas de alto voltaje, solamente es limitado a personas autorizadas.
2. Todas las fallas eléctricas deben ser informadas inmediatamente. Las únicas revisiones que usted puede hacer antes de llamar al electricista son las visuales, para ver si hay algún daño físico en los enchufes, cables, interruptores o en el equipo.
3. No arrastre o ate el equipo eléctrico por los cables de suministros porque esto desprendería la instalación eléctrica.
4. Toda reparación, conexión, prolongación, o acción a ser realizada con cables y/o sus instalaciones (llaves, tableros), en equipos accionados eléctricamente debe estar a cargo exclusivamente de los electricistas.
5. No trate de corregir o averiguar origen del desperfecto, señalice y dé aviso inmediato al encargado de mantenimiento.

6. Asegúrese de tener todos los tableros eléctricos cercanos cerrados y con sus puertas en buenas condiciones.
7. Denuncie de inmediato toda anomalía que detecte u observe en el funcionamiento de cualquier equipo o instalación eléctrica. No los opere en esas condiciones.
8. Si debe efectuar alguna tarea sobre alguna instalación o equipo eléctrico que no sea las propias de mantenimiento, verifique previamente que no se encuentre con corriente.
9. Nunca se deben efectuar trabajos o tareas con equipos energizados cuando el piso o usted estén mojados.
10. Para realizar tareas de mantenimiento es importante tener en cuenta la norma específica y el uso de EPP.
11. Utilice señalización adecuada.

Ejemplos de carteles que pueden colocarse sobre los dispositivos de maniobra para que no sean accionados



SEGURIDAD EN EL USO DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

Antes de abordar los temas sobre técnicas de bricolaje, sobre uso de herramientas, etc. lo más importante y por lo que debemos empezar, es hablar de la seguridad. El bricolaje no es una afición de riesgo, pero no olvidemos que se utilizan máquinas y herramientas que si pueden entrañar cierto peligro, sobre todo si se utilizan de forma inadecuada.

Siempre debemos leer con atención los manuales de uso que acompañan a las máquinas y destinarlas al uso para el que fueron fabricadas. Por ejemplo, los taladros son para perforar, atornillar, etc. pero no han sido concebidos para cortar con un disco, practica muy habitual y peligrosa. Nunca debemos acoplar discos de corte (carborundo, corindón, de sierra, etc) a un taladro entre otros motivos por que carece de carcasa protectora que nos defienda del disco.

En el interior de las cajas de herramientas eléctricas se encuentra un Manual de Seguridad (en el sobre de la documentación de la máquina) que debe ser leído con atención.

Es importante el uso de gafas protectoras, guantes, etc. en la mayoría de los trabajos, y más aún en los que produzcan chispas, rebabas, polvo, esquirlas, etc. Todos los protectores deben estar en buen estado, desechando los rotos o gastados y deberán tener la correspondiente homologación.

Aunque existen unas normas generales de seguridad también debemos tener en cuenta que cada máquina tiene, además, unas características propias. A continuación detallamos algunos consejos relativos a la seguridad en el uso de herramientas eléctricas para bricolaje y profesional.

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

- Los cables y enchufes deben estar en buenas condiciones, sin roturas ni empates, secos y apartados del radio de acción de la máquina.
- No se deben adaptar accesorios diferentes a los autorizados en los manuales y mucho menos de "fabricación casera".
- Las carcasas tienen que estar libres de roturas o fisuras. Además cualquier ruido anómalo o extraño debe ser motivo para apagar la máquina y que ésta sea revisada en el servicio técnico autorizado.
- Siempre utilizaremos máquinas teniendo las manos secas y limpias de grasas o aceites.
- Cuando cambiemos los accesorios (brocas, discos, etc.) tendremos la máquina apagada y si puede ser, desconectada.
- No se expondrán las herramientas eléctricas a la lluvia ni se utilizarán cerca de líquidos o gases inflamables.
- No permita que otras personas toquen la herramienta o el cable, muy especialmente los niños.
- No sobrecargue la máquina, utilícela dentro del margen de potencia indicado en el manual.
- Emplee un dispositivo de fijación para mantener firme la pieza sobre la que esté trabajando.

- Evite adoptar posturas anormales. Mantenga una posición firme sobre la base de apoyo y conserve el equilibrio en todo momento.
- Evite los arranques involuntarios de la máquina. No la transporte conectada a la red y con las manos apoyadas en el interruptor. Asegúrese de que esté apagada en el momento de enchufarla.
- Utilice siempre cables prolongadores homologados y en buen estado.

Taladros

- Las brocas deben estar en buen estado, bien afiladas y sin curvaturas. Debemos desechar las rotas.
- Nunca usar discos de corte para piedra, madera o metales. Es una práctica habitual y muy peligrosa. Un taladro que carece de la carcasa protectora de una amoladora o de una sierra circular, hace que nuestras manos queden demasiado cerca (y desprotegidas) del disco.
- Es importante averiguar antes de perforar en paredes y techos si existen conducciones de gas, electricidad o agua.

Sierras circulares

- Nunca se debe sujetar la madera que estemos cortando con las manos cerca del disco de la sierra.
- Al cambiar el disco la máquina tiene que estar desconectada y firmemente sujeta.
- Utilizar la medida de disco adecuada a la máquina, jamás se debe colocar uno mayor sacando la protección para que este quepa.

Sierras caladoras

- Al cortar se debe tener mucho cuidado de separar la mano que no sujeta la sierra del camino de la hoja, cuando cortamos chapa no vemos la distancia que separa esta de nuestros dedos.
- Nunca encendamos la máquina con la hoja pegada a la pieza a cortar, ya que fácilmente saltará al arrancar contra la pieza.
- Estas sierras se utilizan mucho en el corte de grandes chapas, por eso es frecuente que no veamos la trayectoria de la sierra por debajo de la chapa, por lo tanto se deberá tener cuidado de separarla del banco de trabajo y, sobre todo, del cable de la caladora.
- Al cortar metales o plásticos es necesario utilizar siempre gafas protectoras.

Amoladoras

- Es una de las máquinas más peligrosas, extrememos las medidas de seguridad.
- Nunca se deben utilizar discos de una medida mayor a la admitida por la amoladora, no solo porque tendríamos que sacar la carcasa protectora. El principal motivo es que las amoladoras y mini amoladoras cuanto más medida de disco, aguanta un número limitado de revoluciones.
- Si ponemos un disco de una amoladora de 230 mm. (que soporta unas 6500 revoluciones) en una amoladora de 180 mm. (que alcanza 8500 revoluciones) correríamos el riesgo de una rotura de disco, uno de los accidentes más graves con máquinas eléctricas portátiles.
- La carcasa protectora debe estar colocada de forma que la mano que sujeta la empuñadura quede completamente protegida del disco.
- Nunca utilizaremos discos de corte para desbarbar. Los discos de corte tiene la malla que los hace resistentes por los lados, al utilizarlos para reparar romperíamos esta malla y el disco podría partirse. Los discos de desbarbar son más Gruesos y la malla se encuentra en la cara opuesta a la de uso, por eso el disco no pierde resistencia al utilizarlo.
- Siempre agarraremos la amoladora con las dos manos.
- Es muy frecuente utilizar discos de corte de madera en amoladoras. Las sierras circulares para madera tienen detrás del disco una especie de cuchilla que sirve para mantener separada las dos partes de la madera resultantes del corte. Esta cuchilla es necesaria debido a la tendencia natural de la madera a volver a unirse por un corte. Sin esta cuchilla el disco se "apretaría" y frenaría. Por lo tanto no debemos utilizar una amoladora para cortar madera.

Electricidad provisional - Lista de chequeo

Fecha revisada _____ Revisada
por _____

Nombre del proyecto _____
trabajo _____

Lugar de

Marque el cuadro si la frase es correcta.

Identificación de peligro

La compañía tiene un Programa escrito para la prevención de lesiones, enfermedades y accidentes. Incluye identificación de peligros eléctricos en el trabajo, inspecciones regulares, investigación de accidentes y corrección de condiciones peligrosas.

Generalmente

- Solamente las personas calificadas pueden trabajar con equipo eléctrico.
- Todo el equipo y sistemas eléctricos están sin electricidad, ya sea bajo llave o aislado, antes de que alguien trabaje en ellos. Todos los trabajadores afectados son notificados.

Alambrado provisional

- El alambrado provisional no es usado por más de un año en un sitio de construcción, a menos que un permiso especial del estado sea obtenido.
- El alambrado provisional es removido inmediatamente cuando se termina la construcción o cuando el límite de tiempo vence.
- Los alambrados y equipo son protegidos de sobre cargas de corriente por un circuito de seguridad, fusibles y pueden llevar la carga con seguridad.
- Los postes de madera provisionales usados para alambrados tienen un mínimo de 6 pulgadas cuadradas o tienen arriba un diámetro de por lo menos 5 pulgadas, si son redondos. Ellos tienen por lo menos 20 pies de largo y están enterrados en el suelo por lo menos 4 pies.

Lugar y mantenimiento

- El equipo eléctrico y el alambrado están en condiciones seguras.
- El equipo eléctrico y el alambrado están protegidos de daños físicos y deterioro del ambiente.
- El equipo eléctrico y el alambrado expuestos a daños físicos están apropiadamente encerrados o protegidos.
- El equipo eléctrico y el alambrado están firmemente asegurados.
- Las partes eléctricas de un equipo operando a 50 voltios o más están protegidas por una cerca aprobada.
- Las cajas eléctricas y otras cercas tienen letreros de advertencia apropiados.
- El acceso apropiado es provisto para interruptores eléctricos, circuitos de

seguridad, fusibles, relevadores y controles similares, si los trabajadores tienen que usar, examinar, ajustar, dar servicio o mantenimiento.

- El área de trabajo provista alrededor del equipo cumple con los requisitos de dimensiones mínimas.
- El alambrado es mantenido 16 pies arriba de las rutas de vehículo y 12 pies arriba de las rutas de los peatones. Los márgenes mínimos de distancia requeridos también son mantenidos para alambrados arriba de estructuras y áreas de trabajo.
- Todos los aparatos de control eléctrico indican claramente cuál equipo controlan y si éstos están encendidos o apagados.

Tierra

- La tierra es asegurada por medio de aparatos aprobados de interruptores de circuito de falla de conexión a tierra o un programa de alambrado a tierra.
- Si hay un sistema de GFI, los aparatos aprobados de interruptor de circuitos están en todos los tomacorrientes de 120 voltios, AC, una fase de 15 y 20 amperios, que no son parte del alambrado permanente del edificio.
- Si hay un programa de alambrado a tierra, el programa está escrito y cubre todos los 120 voltios, AC, cables de una fase, enchufes y receptáculos, que no son partes del alambrado permanente del edificio. El programa incluye una inspección visual diaria, un chequeo regular, marcadores de identificación puestos en el equipo y documentación.
- El neutro o neutral no es usado para tierra.
- Empalmes son provistos donde es necesario asegurar continuidad eléctrica y conducción eléctrica segura.
- Cada enchufe está conectado a tierra.

Alambrados y cables

- Los alambrados simples aislados son de tipo aprobado para el propósito, apropiadamente apoyados y no están sujetos a daños mecánicos.
- Ningún alambre sin aislamiento es usado para alambrado provisional.
- Los cables de alambrados múltiples son de material pesado o el equivalente, con accesorios para alambrados múltiples.
- Los cables flexibles solamente son usados para conexiones eléctricas (a) ascensores; (b) grúas y grúas de polea; (c) lámparas, artefactos eléctricos y equipo es portátil, que tiene que intercambiarse frecuentemente o ser

- removido frecuentemente para mantenimiento y reparaciones.
- Los cables flexibles no son usados como un sustituto de alambrado fijo.
 - Los cables flexibles no se meten por hoyos en las paredes, cielo raso, pisos o por puertas y ventanas. No son adheridos a las superficies de edificios o escondidos detrás de paredes, cielo raso o pisos.
 - Los cables flexibles son equipados con un enchufe y la corriente es tomada de un receptáculo aprobado.
 - Los cables flexibles son usados sólo en medidas continuas sin uniones (con la excepción de reparaciones por un electricista calificado en cordones No. 12 o más grande, si la unión retiene aislamiento).
 - Los cables flexibles son conectados de manera que el material de refuerzo es provisto para prevenir que al jalarse directamente sea transmitido a las juntas de los tornillos terminales
 - Los cables flexibles no están puestos cerca de agua, líquidos o metal capaces de transmitir una corriente.
 - Los enchufes de 15 y 20 amperios no tienen partes de metal expuestas que transmitan corriente, con la excepción de puntas o patas de enchufe, hojas o sujetadores.
 - Los enchufes con doble protección son usados en todo el equipo que opera a más de 300 voltios.
- Los receptáculos, los cables y los enchufes son hechos para no ser intercambiados: un receptáculo no aceptará un enchufe con un voltaje o corriente diferente.

Lámparas

- Las lámparas están localizadas por lo menos a 7 pies verticales o 3 pies horizontales del área de trabajo, a menos que haya guardas protectoras.
- Los alambres abiertos, con alambrado permanente de cajas abiertas para sostenedores de lámparas, no tienen más de 6 pulgadas de largo.
- Las lámparas portátiles de mano que utilizan cables flexibles tienen un mango hecho de un material moldeado u otro material aprobado y una guarda protectora.

Herramientas eléctricas

- Todas las herramientas eléctricas están conectadas a tierra o tienen doble aislamiento.

- Todas las partes de metal expuestas de herramientas eléctricas de poder están conectadas a tierra, si existe la posibilidad de que se enciendan.
- Todas las herramientas eléctricas de poder tienen controles e interruptores apropiados.

Generadores portátiles

- La armazón de un generador de bajo voltaje portátil o montado en un vehículo está conectada a tierra a menos que el generador sea de una fase, produciendo no más de 5 kilovatios y los alambros del circuito del generador estén aislados.

Electricidad provisional de alto voltaje—requisitos especiales

- El alambrado provisional de alto voltaje (más de 600 voltios) es protegido por cercas, barreras u otros medios para mantener alejado al personal no autorizado.
- El área de trabajo alrededor del equipo de alto voltaje no es usada como un pasillo cuando las partes electrificadas están expuestas.
- Hay iluminación adecuada en áreas con líneas de alto voltaje y aquellos que trabajan en el equipo no están en peligro por las partes electrificadas.

Equipo de protección personal y primeros auxilios

- Los trabajadores expuestos a posibles cargas eléctricas o quemaduras usan equipo o aparatos protectores apropiados, como guantes de hule aislantes.
- Los trabajadores expuestos a posibles cargas eléctricas o quemaduras utilizan protección aprobada para la cabeza. Bajo 600 voltios, la protección para la cabeza llena los requisitos del Clase A o B del Instituto Nacional de Normas Americanas (en inglés: ANSI) norma Z 89.1 1986, *Requirements for Protective Headwear for Industrial Workers*. Para más de 600 voltios, requisitos más estrictos se aplican.
- Equipo de primeros auxilios está a la disposición. Hay personal capacitado en primeros auxilios en el lugar de trabajo. El sitio también tiene un sistema de comunicación efectivo, para obtener ayuda.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

Los accidentes ocasionados por la corriente estática son tantos o más frecuentes que los producidos por la electricidad industrial y paradójicamente, éste es uno de los tipos más desconocidos de la energía eléctrica.

La electricidad estática o en reposo es conocida comúnmente como electricidad de fricción por ser esta la forma más conocida para producirla, aunque no sea esta la única forma de hacerlo, ya que también es posible mediante compresión, fragmentación, variación de temperatura, etc. de una sustancia o material. En efecto, cuando dos cuerpos se rozan o se frotan, uno de ellos toma una carga eléctrica positiva y el otro una carga eléctrica negativa.

Dichas cargas permanecen en las superficies externas de los cuerpos a menos que se pongan nuevamente en contacto o se les acerque a cuerpos de menor carga o sin ella, entonces la carga eléctrica pasará de un cuerpo al otro con el fin de ser neutralizada o variar su cantidad.

Cuando se ha acumulado suficiente carga en un cuerpo ("presión") respecto a otro, como para hacer conductor al medio aislante (romper el dieléctrico), se puede producir una chispa o descarga electroestática. Esta descarga o chispa es la que se observa cuando en la noche nos sacamos las ropas de fibras sintéticas, o cuando hay una tempestad y las nubes se descargan eléctricamente a tierra a través de la atmósfera (relámpago). Estas chispas resultantes de una descarga de la electricidad estática son las mismas que en un determinado momento pueden causar la inflamación o combustión de ciertos elementos o provocarnos sensaciones francamente desagradables y hasta dolorosas.

Como ya se dijo, existen materiales buenos y malos conductores de la corriente eléctrica. Aunque si bien es cierto todos los materiales pueden ser conductores bajo ciertas circunstancias, solamente los buenos conductores son utilizados como tales y los más malos como aislantes y son precisamente éstos últimos los materiales que están más expuestos a adquirir potenciales estáticos y almacenarlos en sus superficie, en cambio los conductores son utilizados para neutralizar las cargas estáticas.

Como se dijo, la forma más común de generación de la electricidad estática es por roce, por lo que en cualquier equipo que tenga partes o piezas en movimiento se generará, al igual que los hidrocarburos se cargan de estática con solo ponerlos en movimiento, al trasladarlos por un oleoducto o al trasvasijarlos de un estanque a otro.

Como se puede observar, impedir la generación de electricidad estática es bastante difícil, sin embargo, el peligro que ella presenta no está en la generación sino más bien en la magnitud del potencial que puede alcanzar, ya que cuando se alcanzan valores suficientes para "romper el dieléctrico" se produce la descarga en forma de una chispa.

De lo expuesto, se concluye que el riesgo de la electricidad estática no está en su generación sino más bien en la descarga, por lo que debemos poner toda nuestra atención en controlar este riesgo con la finalidad de prevenir la ocurrencia de accidentes. Para ello existen algunas medidas de control, que aplicadas adecuadamente, pueden controlar este tipo de riesgo. Como ejemplo podemos mencionar:

- Conectar entre sí las diferentes partes o conjuntos de elementos de un equipo o instalación, con el objeto de neutralizar los desequilibrios electrostáticos en el punto mismo en que se generan.
- Conectar a tierra todos aquellos puntos o partes de un equipo eléctrico con el objeto de evitar la acumulación de potenciales estáticos entre los elementos de una instalación o entre éstas y tierra.
- Humidificar el ambiente. Manteniendo una humedad relativa alta en el ambiente permite la formación de una delgada capa de agua por condensación en las superficies haciéndolas levemente más conductoras.

Existen además otros sistemas de tecnología más avanzados como los neutralizadores eléctricos que utilizan un isótopo radioactivo, pero todos los sistemas más o menos sofisticados tienen como único propósito impedir que los potenciales estáticos alcancen valores tales que produzcan la descarga a través de una chispa o que afecten de alguna forma a las personas.

La generación de cargas electrostáticas es un fenómeno natural, asociado a la propia estructura atómica de la materia que se produce como resultado del movimiento relativo entre dos superficies en contacto, generalmente de sustancias diferentes, tanto líquidas como sólidas, una de las cuales, o las dos, no es buena conductora de la electricidad. Dos son los procesos fundamentales de formación de las cargas: el contacto-separación de sustancias y la fricción.

La electricidad estática representa un desequilibrio temporal en la repartición de las cargas en la superficie de dos materiales en contacto por transferencia de electrones, creando un campo eléctrico y una diferencia de potencial entre aquellos que puede ser muy elevada.

La magnitud de la carga depende principalmente de la velocidad de separación y/o fricción de los materiales y de su resistividad eléctrica, Otros parámetros tales como el estado de oxidación de la superficie de frotamiento, la presencia de agua no miscible y partículas como óxido de hierro, la naturaleza de los metales de recipientes y tuberías, la influencia de la temperatura, etc. tienen también su importancia sobre la generación de cargas y su polaridad. Cuando cuerpos conductores están separados por un aislante o incluso por el aire constituyen un condensador al quedar cargados uno con una carga positiva y otro con otra carga igual pero negativa. Al establecer una vía conductora se libera tal energía almacenada descargándose y produciendo posiblemente una chispa. Es esta recombinación brusca mediante chispa de las cargas separadas la que constituye el riesgo.

Generalmente tales chispas, denominadas técnicamente descargas disruptivas, se producen a través del aire entre un cuerpo cargado eléctricamente y un cuerpo próximo no cargado, pero conectado eléctricamente a tierra, al encontrarse ambos a una distancia muy corta. A menor distancia también menor es la tensión necesaria para que se produzca la chispa.

El parámetro fundamental determinante de la peligrosidad de una chispa es la cantidad de energía liberada en el instante de producirse. Esta energía se manifiesta en forma de radiaciones, (que hacen visible la chispa), de ionización y de calor. Esquemáticamente es esta última la desencadenante de la reacción de combustión. Cuando tales descargas electrostáticas con chispa se producen en una atmósfera inflamable, es relativamente fácil que se inicie el incendio, dado que la energía de activación que aportan acostumbra ser superior a la que se precisa para la combustión de gases y vapores, que suele ser del orden de 0,25 mJ. El peligro de inflamación existe cuando la chispa es generada por una diferencia de potencial superior a los 1.000 V. Para que se produzcan incendios o explosiones deberán cumplirse conjuntamente las tres siguientes condiciones:

- La existencia de una mezcla combustible o comburente susceptible de explosión o incendio por encontrarse dentro de su rango de inflamabilidad.
- La acumulación de una carga electrostática lo suficientemente alta para crear una diferencia de potencial generadora de chispa.

La producción de la descarga electrostática (chispa) iniciadora, de energía suficiente para inflamar una mezcla peligro.

Trabajos con peligro de electricidad estática

Se debe prestar especial atención y evitar tanto las descargas peligrosas como las chispas, en trabajos donde haya una fricción continuada de materiales aislantes así como procesos donde se almacenen, transporten o transvasen líquidos o polvos inflamables.

Como medidas preventivas para evitar la acumulación de cargas electrostáticas; se debe tener en cuenta:

- Eliminar los procesos de fricción.
- Evitar la caída libre, pulverización o aspersion.
- Utilizar materiales antiestáticos.
- Conexión a tierra y entre sí de los materiales susceptibles de adquirir carga.
- Utilizar dispositivos específicos para eliminar las cargas electrostáticas.

Formación y acumulación de la electricidad estática

La generación de cargas electrostáticas en los trasvases de líquidos inflamables, se produce fundamentalmente por la separación mecánica de éstos en contacto directo con la superficie sólida a través de la cual fluyen o sobre la cual se depositan o agitan.

Básicamente, las cargas se generan:

- Al fluir el líquido por una canalización y a través de filtros, válvulas o bombas.
- Al salir el líquido proyectado a través de la boca de impulsión.
- Al caer el líquido en el interior de recipientes para su llenado, con el consiguiente movimiento sobre las paredes, generando turbulencias y salpicaduras.

Al removerse el líquido en el recipiente contenedor ya sea en operaciones de transporte o de agitación y mezcla.

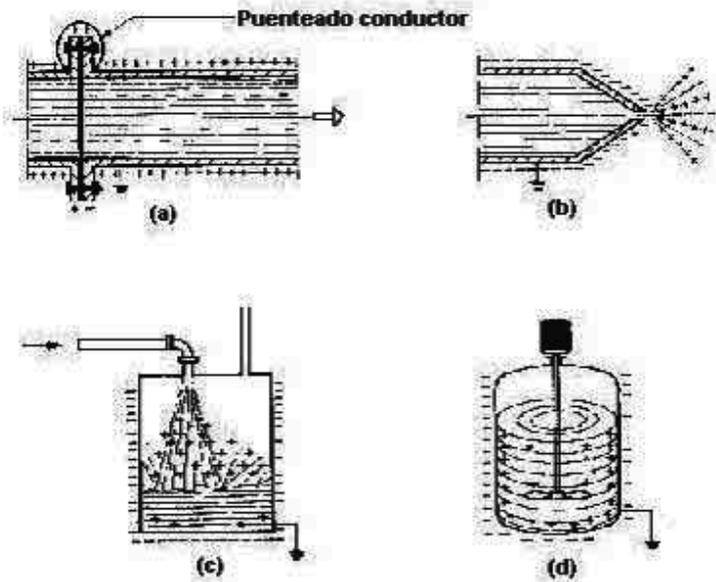


Fig. 1. Formación de la electricidad estática:

- a) Flujo de tuberías**
- b) Pulverización o aspersión**
- c) Llenado de recipientes a chorro libre,**
- d) Agitación**

RIESGOS

Son también situaciones especialmente generadoras de cargas electrostáticas:

- La transferencia simultánea de dos fases, como por ejemplo el bombeo de una mezcla de hidrocarburos/ agua o hidrocarburos/aire.
- El arrastre o la sedimentación de sólidos en un líquido.
- La decantación de dos líquidos no miscibles.
- El flujo ascendente de burbujas de gas a través de un líquido.

En esta generación de cargas son factores determinantes la resistividad del fluido y la velocidad de trasvase, aunque también son aspectos importantes la forma y el sistema de llenado de los recipientes.

Cuanto más baja sea la resistividad de un líquido, menos peligroso deberemos considerarlo. Aunque no existe un límite preciso al respecto, puede afirmarse que cuando la resistividad o resistencia específica de un líquido sea inferior o igual a 10^{10} W cm. la probabilidad de que se generen cargas electrostáticas peligrosas es baja. Los líquidos inflamables de estructura polar como los alcoholes (etílico, propílico, etc.), ácidos y bases, ésteres, etc. están dentro de este grupo.

Cuando tal resistividad sea superior a 10^{10} W cm. pero inferior a 10^{12} W cm hay que efectuar un control del riesgo, tanto en la adopción de medidas de prevención y de protección, como de vigilancia de la posible presencia de impurezas o aditivos que pudieran hacer variar ostensiblemente su resistividad.

Por encima de una resistividad de 10^{12} W cm. es necesario adoptar rigurosas medidas de seguridad dado que se trata de líquidos muy peligrosos ante este riesgo. En este grupo se encuentran líquidos inflamables de estructura no polar ya sean hidrocarburos de cadena lineal larga o ramificada como los derivados aromáticos. Por encima de los 10^{15} W cm. de resistividad la experiencia demuestra que los líquidos dejan de ser peligrosos ya que no existe acumulación de cargas, al ser su formación prácticamente despreciable.

Ahora bien, tal parámetro aisladamente no es determinante en la valoración del riesgo. Han sucedido también accidentes en transvases de líquidos en principio no tan peligrosos, como el alcohol etílico ($7,4 \cdot 10^8$ W cm.) y el acetato de etilo ($1,0 \cdot 10^9$ W cm.), manejados en condiciones deficientes.

En general los disolventes alifáticos y los hidrocarburos de bajo punto de ebullición tienen tendencia a almacenar menos cargas que los de punto más alto.

Evidentemente cuanto mayor sea la velocidad de flujo del líquido mayor será la generación de cargas y también mayor será ésta si el líquido es proyectado por aspersión o pulverización que si es vertido a chorro. En cuanto al sistema de llenado de recipientes, un vertido libre por gravedad o por impulsión desde una abertura superior genera muchas más cargas que si es efectuado mediante bombeo por tubería conectada a la parte inferior o mediante tubería superior que alcance el fondo del recipiente.

La acumulación de la electricidad estática es la resultante de dos acciones antagónicas: la formación y la disipación natural de las cargas eléctricas. Cuando la conductividad de un material es suficientemente elevada para asegurar la disipación rápida de las cargas formadas, no pueden crearse potenciales peligrosos y, en numerosos casos, las cargas se recombinan tras fracciones de segundo de haber sido formadas.

En cambio, cuando se trata de transvases de líquidos de elevada resistividad, los tiempos de relajación una vez detenido su movimiento hasta que de forma natural se eliminen las cargas generadas, suelen ser de segundos o incluso de minutos. La experiencia demuestra que, aunque las cargas en operaciones de transvase son principalmente generadas al fluir los líquidos por las canalizaciones, el riesgo en ellas es prácticamente inexistente dada la ausencia de fase gaseosa inflamable. En cambio el riesgo surge cuando el líquido llega al interior del recipiente, en el que precisamente se produce la acumulación de cargas en un espacio confinado peligroso. La repartición de cargas en el propio líquido no es homogénea, creando sobre la superficie libre del mismo cargas eléctricas puntuales que son tanto o más importantes que las que se forman en la interfase líquido/fase gaseosa inflamable.

Factores causales de muchos de los accidentes investigados, y relativos a la facilidad en la formación de cargas han sido la presencia de agua en los hidrocarburos o al efectuarse el transvase simultáneo de dos fases heterogéneas, y la mala concepción del sistema de llenado de los recipientes.

PELIGRO DE LAS DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS EN LAS SUPERFICIES DE LOS LÍQUIDOS

Si se transvasa un líquido cargado eléctricamente a un recipiente, las cargas unitarias se irán acumulando en el interior del mismo, pero al repelerse entre sí se localizarán mayoritariamente hacia sus superficies exteriores tanto las que están en contacto con el recipiente como la superior en contacto con el aire. Esta carga superficial es la que genera más problemas.

Cabe considerar dos situaciones, según que el recipiente metálico de llenado esté en contacto con tierra o aislado de ella.

En el primer caso, y dado que el depósito está al potencial de tierra, externamente el depósito es eléctricamente neutro como lo es todo el conjunto del contenedor y el contenido, pero en su interior existirán diferencias de potencial entre el líquido y las propias paredes del recipiente, que se mantendrán hasta que tras el correspondiente tiempo de relajación las cargas del líquido se hayan ido disipando. Evidentemente ningún tipo de conexión equipotencial o puesta a tierra puede evitar esta carga superficial interna, que puede generar, en caso de ser lo suficientemente alta, una descarga disruptiva entre la superficie libre del líquido y la pared interior del recipiente. El control de esta situación solo podría lograrse garantizando una atmósfera interior ininflamable.

En caso de que el recipiente esté muy aislado de tierra, por ejemplo los camiones-cisterna, la carga de la superficie líquida atrae una carga igual de signo contrario hacia el interior del recipiente, dejando una carga igual a la del líquido en la pared exterior de la cisterna suponiendo que ésta sea metálica. Es entonces factible que se produzca una descarga electrostática por chispa, por ejemplo entre la boca del recipiente y la tubería de llenado o cualquier otro elemento metálico conectado eléctricamente a tierra, como un medidor de nivel o un muestreador de líquido que se introduzca por dicha boca, generando una situación de alto riesgo al ser posiblemente en tal zona la atmósfera inflamable.

CARGAS ELECTROSTÁTICAS DE LAS PERSONAS

Las personas pueden acumular también cargas tanto por su movimiento y contacto con el medio exterior como por la influencia de campos eléctricos a los que estén expuestos.

El contacto con cuerpos susceptibles de carga puede producir la transmisión de cargas electrostáticas a las personas, así como también puede hacerlo la proximidad a objetos cargados eléctricamente.

La acumulación de cargas también depende en gran medida de las características físicas de las personas, en especial del estado de su piel (seca o húmeda) y de su nivel de sudoración, aunque también influye la humedad ambiental. El cuerpo humano es considerado un buen conductor de la electricidad debido principalmente a su alto contenido en agua, aunque la vestimenta puede ser un factor negativo que facilita la acumulación de cargas, debido en ocasiones

a la baja conductividad de aquélla. Así, por ejemplo, la ropa de fibras sintéticas y el uso de guantes o calzado aislante es contraproducente cuando exista tal riesgo en atmósferas inflamables.

El aislamiento de la persona del suelo por usar suelas de material no conductor (goma, plástico) o estar situada sobre pavimento no conductor es la condición necesaria para que ésta pueda acumular cargas electrostáticas considerables.

Es normal para una persona alcanzar un potencial del orden de los 10.000 V, y dado que la capacidad del cuerpo humano actuando como condensador eléctrico es del orden de los 200-300 pF, la energía de las cargas electrostáticas es de aproximadamente 10 mJ, muy superior a la que se precisa como energía de activación de atmósferas inflamables.

E 1/2 CU2

E 1/2 (200.10-12). (104)2 10 mJ

En tal sentido cabe afirmar que la descarga disruptiva entre un operario aislado de tierra y un cuerpo conductor (un elemento cualquiera de la instalación) es muy peligrosa por la energía que puede aportar. Aunque en ningún caso tal situación conlleva un riesgo de electrocución ya que la intensidad de la corriente que se genera es bajísima, y la única sensación que producirá será la de una ligera sacudida.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN FRENTE AL RIESGO DE LA ENERGÍA ESTÁTICA

Como se ha mencionado, la generación de electricidad estática en el trasvase de muchos líquidos inflamables es inevitable. Ante ella las medidas a adoptar van encaminadas a controlar todas o alguna de las tres condiciones requeridas ya expuestas, para que se produzca la deflagración de los vapores.

Distinguiremos entre las medidas preventivas, que tienen por objeto evitar la existencia de atmósferas inflamables y controlar que la generación de cargas sea lo más baja posible, de aquellas otras medidas que denominaremos de protección que tienen por objeto controlar las descargas disruptivas, a fin de evitar que éstas se produzcan o bien en caso de producirse que no sean peligrosas. En este grupo de medidas de protección se encuentran las que controlan la acumulación de cargas, facilitando su eliminación gradual sin chispas.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- Control de atmósferas inflamables.
- Control de velocidad de flujo de líquidos y del sistema de llenado de recipientes.
- Empleo de aditivos antiestáticos.
- Instalación eléctrica y equipos protegidos.

Control de impactos mecánicos y otros focos de ignición

- Considerar medidas de protección
- Interconexiones equipotenciales y puestas a tierra.
- Control de los tiempos de relajación.
- Ropa de trabajo del personal.
- Control de la humedad ambiental y procedimientos seguros de trabajo.

CONTROL DE ATMÓSFERAS INFLAMABLES

Todo líquido inflamable contenido en un recipiente abierto y por encima de su punto de inflamación emite una cantidad de vapores capaz de formar con el aire mezclas inflamables. Es por ello necesario tener en cuenta que el riesgo no estará suficientemente controlado si sólo abordamos la eliminación y control de los focos de ignición, ya que aparte de la electricidad estática pueden ocurrir otros. Las medidas preventivas que evitan la formación de mezclas vapor-aire inflamable deben tener siempre un carácter prioritario, dado que ofrecen un más alto grado de fiabilidad frente al riesgo.

Todo recipiente a vaciar o llenar debe permanecer, ya sea a través del tubo de aireación o de otra abertura, en constante comunicación con un fluido gaseoso, que será el propio aire, a no ser que se prevea otra sustancia gaseosa, por una simple razón de equilibrio de volúmenes. Por esto, evitaremos la formación de atmósferas inflamables de dos formas: mediante el empleo de un gas inertizante o mediante ventilación.

El principal agente inertizante es el nitrógeno, no siendo aconsejable el uso del anhídrido carbónico y del vapor de agua, ya que estas sustancias generan a su vez mucha electricidad estática.

En la actualidad en la industria petroquímica suele aplicarse como agente inertizante gas inflamable de la propia planta y, asegurando con rigurosas medidas

de control que la atmósfera no sea peligrosa al superarse notoriamente el límite superior de inflamabilidad de la mezcla gaseosa.

La cantidad de gas inertizante a aportar está en función del tipo de gas empleado como tal y de los vapores inflamables existentes, lo que exige reducir el contenido del oxígeno por debajo del nivel mínimo para cada caso. Para la mayoría de líquidos combustibles es en general suficiente reducir la proporción del oxígeno del aire a un 11%.

A fin de evitar que el consumo del agente inertizante sea excesivamente alto se utiliza un sistema de vaciado con atmósfera en circuito cerrado, incorporando válvulas de regulación automatizadas para admitir o expulsar el gas inertizante, a medida que el nivel del líquido en el recipiente disminuya o aumente. En el almacenamiento de líquidos bajo gas protector y en los depósitos de techo flotante, no se precisan adicionales medidas preventivas.

Mediante ventilación forzada es también factible asegurar que la atmósfera interior de un recipiente abierto se sitúe por debajo de su límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.). Se trata de lograr mediante el aporte del suficiente caudal de aire exterior aplicado adecuadamente para realizar un barrido uniforme de la atmósfera interior que contrarreste la cantidad de materia inflamable evaporada, consiguiendo una concentración ambiental por debajo del 20% del L.I.I.. Si bien tal sistema no es de uso generalizado cabe considerar su aplicación siempre que se haga con el rigor necesario

RIESGOS ELÉCTRICOS EN EL HOGAR

El hogar es el epicentro de la formación personal y para la seguridad industrial; es el sitio más importante donde se pueden incluir los principios del hombre seguro. A continuación se listan los lugares que encierran riesgos y peligros eléctricos:

- Acometida
- Contador
- Caja de fusibles y protecciones
- Tomacorrientes
- Porta lámparas
- Conductores a la vista.

Aparatos eléctricos que representan un riesgo:

Estufa, tostadora, nevera, calentador, lavadora, secadora, afeitadora, plancha, televisor, lámparas, betamax, DVD, ducha eléctrica, secador de pelo, Máquinas y herramientas eléctricas, máquina de coser, horno eléctrico, batidora, equipo de sonido, radio, lava platos, licuadora, ayudante de cocina, cuchillo eléctrico, extensiones, juguetes eléctricos, reloj eléctrico.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS APLICABLES

1. Evitar usar aparatos, interruptores y tomas eléctricas con las manos mojadas y los pies descalzos, pues esto permite el fácil paso de la energía eléctrica por el cuerpo, lo que podría causar un shock, quemaduras graves o la muerte.
2. Si se observa alguna anomalía en las instalaciones o en algún aparato eléctrico, no pretender arreglarlo si no se tiene la suficiente experiencia; se debe llamar un electricista y cerciorarse que cuenta con autorización para ejercer esta labor.
3. Enseñar a los hijos los riesgos de la electricidad, especialmente cuando les obsequian juguetes, que en cualquier momento pueden tener contacto con ella, por ejemplo: cometas, pistas eléctricas, trenes eléctricos u otros.
4. Los enchufes o tomas eléctricos llaman la atención a los niños pequeños y les inducen a introducir objetos metálicos, esto origina el paso de la corriente eléctrica, y les puede causar lesiones graves. Se pueden evitar estas lesiones cubriendo la toma eléctrica.
5. Siempre se debe interrumpir la toma eléctrica para el cambio de bombillos, tomas, fusibles, portalámparas y otros.
6. No recargar las instalaciones eléctricas con varios servicios a un mismo tiempo, ya que los conductores se calientan y pueden ocasionar un incendio.
7. No reforzar los fusibles; cuando se queman o se funden es una señal de peligro y es necesaria una revisión inmediata del sistema eléctrico. El uso de un fusible de amperaje mayor al del circuito destruye la protección del hogar o negocio.
8. Cuando se inicia un incendio, se debe desconectar la energía eléctrica; es el primer paso para combatirlo.
9. No se debe subir o trepar a los postes y torres, ni tocar los cables que se encuentren caídos en el suelo.
10. No se deben podar árboles cerca de las redes eléctricas sin avisar a la empresa de energía.

11. Toda persona que consuma energía eléctrica, debe cuidar el buen estado de los aparatos y cables de alimentación. Se deben mantener en orden, protegiéndolos de todo lo que pueda deteriorarlos.
12. Cuando se tiene estufa de gas propano, es necesario aprender a detectar su olor y cuando se sienta en el ambiente, abrir las puertas y ventanas, apagar la estufa, evacuar el lugar y llamar a la compañía de gas, "No encender la luz" y evitar las llamas o chispas.
13. Dejar bombillos, lámparas, veladoras eléctricas y otros, cerca de colgaduras, adornos y demás elementos de fácil combustión, puede ocasionar graves incendios.
14. Nunca utilizar bombillos o radiadores de calor dentro de armarios o closet con el objeto de combatir humedad.
15. No deje la plancha conectada cuando tenga que hacer actividades simultáneas; muchos incendios se han originado por esta causa.
16. Verificar que las conexiones a tierra estén bien aisladas.
17. Antes de conectar los aparatos eléctricos comprobar que el voltaje o tensión sea el adecuado.
18. Utilizar los aparatos eléctricos y luces que sean estrictamente necesarios.
19. No instalar antenas de televisión cerca de redes de energía eléctrica, podrían entrar en contacto debido al viento, temblores y otros eventos.
20. No operar o utilizar un aparato eléctrico sin conocer su funcionamiento.

LEGISLACIÓN COLOMBIANA

En la legislación colombiana, en la Resolución 2400 capítulo VII, artículos 121 a 152 se establecen normas para trabajar con energía eléctrica, las cuales deben ser consultadas por el lector.

También existe la norma ICONTEC 2050 que debe servir de referencia para toda acción en circuitos y aparatos energizados y desenergizados.

La Resolución 180466 de abril 2 de 2007, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.

FACTOR DE RIESGO MECÁNICO

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, uno de cada cinco accidentes de trabajo está relacionado con máquinas o con el uso de herramientas. Una buena parte de los más graves también tiene que ver con máquinas y con determinadas herramientas. Esto significa que en muchas ocasiones las personas que trabajan sufren lesiones y mutilaciones en su cuerpo e incluso llegan a perder la vida a causa de sus instrumentos de trabajo.

Se estima que un 75% de los accidentes con máquinas se evitarían con resguardos de seguridad. Sin embargo, el accidente se suele seguir atribuyendo a la imprudencia o temeridad del accidentado. De nuevo, la víctima es la culpable.

A menudo los elementos de seguridad existen pero están mal diseñados, fabricados con materiales inadecuados o no se someten a las necesarias inspecciones y controles periódicos. Otras veces dificultan la realización del trabajo e incluso constituyen un riesgo en sí mismos.

Existen resguardos y dispositivos de seguridad disponibles para todo tipo de máquinas y se ha estudiado que cuando están instalados de forma correcta la tasa de accidentes cae en picada.

Con el presente documento no se pretende agotar el tema pues los desarrollos tecnológicos llevan cada día a pensar en nuevos sistemas de protección, debiéndose adelantar campañas agresivas a todos los niveles con el fin de conocer los riesgos y aprender las medidas de protección que llevarían a mejorar la seguridad, tanto en el hogar como en el sitio de trabajo.

DEFINICIÓN FACTOR DE RIESGO MECÁNICO

Objetos, máquinas, equipos, herramientas que por condiciones de funcionamiento, diseño o por la forma, tamaño, ubicación y disposición, tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas o materiales, provocando lesiones en los primeros o daños en los segundos.

Principales fuentes generadoras:

- Herramientas manuales.
- Equipos y elementos a presión.

- Manipulación de materiales.
- Puntos de operación.
- Mecanismos en movimiento.

HERRAMIENTAS MANUALES

Es evidente que las herramientas manuales fueron y siguen siendo los primeros elementos utilizados por el hombre. Sin embargo la cantidad de lesiones, ocasionadas por el uso y abuso en su manejo, obliga a pensar en un buen programa de seguridad.

Definición

Se denominan herramientas de mano, todos aquellos útiles simples para cuyo funcionamiento actúa única y exclusivamente el esfuerzo físico del hombre, abarcando también aquellas que se sostienen con las manos, pero son accionadas por energía eléctrica, por medios neumáticos, por carga explosiva o combustión.

También podemos definir herramienta manual como aquella cuyo movimiento de desplazamiento se efectúa por la mano del operario. Son instrumentos usados para realizar trabajos en forma manual. Se dice que son los instrumentos de los artesanos.

Clasificación

A- Según cual sea la fuente de energía que utiliza la herramienta para transmitir la fuerza necesaria para su actuación se pueden clasificar:

- 1- Herramientas de mano propiamente dichas o no mecanizadas.
- 2- Herramientas manuales mecanizadas, que según la fuente serán:
 - Eléctricas.
 - Neumáticas.
 - Accionadas por combustibles.
 - Hidráulicas
 - Accionadas por pólvora.

B- Según la forma de laborar la materia.

- 1- Herramientas de corte: son las que arrancan partículas, virutas o simplemente cortan la materia (serruchos, cepillos, cuchillos).

- 2- Herramientas de muelas: Desgastan la materia por abrasión (pulidoras, limas).
- 3- Herramientas para deformar la materia por impacto, estirado y moldeado (martillos, matrices).

C- De acuerdo a su función:

- 1- Herramientas para corte de metal.
 - Cinceles.
 - Terrajas.
 - Sierras.
 - Cizallas.
 - Limas.
 - Tijeras de hojalatero.
 - Tenazas.
 - Taladros.
 - Cortafríos.
- 2- Herramientas diversas para corte.
 - Zapapicos.
 - Cepillo de carpintero.
 - Azadas.
 - Machetes.
 - Cuchillos.
 - Garlopas.
- 3- Herramientas para mover materiales.
 - Pie de cabra.
 - Ganchos.
 - Palas.
 - Rastrillos.
 - Azadas.
 - Palancas.
- 4- Herramientas de torsión.
 - Tenazas.
 - Alicates.
 - Extractores.
 - Destornilladores.
 - Rebordeadores de zunchos clavados.
 - Llaves de :
 - Casquillo (estrella).

- Tubo.
 - Boca fija.
 - Combinación.
 - Ajustador.
 - Cadena.
 - Banda.
 - Llave dinamométrica.
 - Llave regulable o de expansión.
- 5- Herramientas de percusión.
- Pistolas.
 - Mazos.
 - Mandarrias.
 - Almadanas (marra, almádena).
 - Martillos de:
 - Bola.
 - Carpintero.
 - Cuero.
 - Fibra.
 - Madera.
 - Latón.
 - Martillos neumáticos.
 - Machos.
- 6- Herramientas de perforación.
- Taladros.
 - Berbiqués.
 - Barrenos.
 - Leznas.
 - Punzones.
 - Agujas.
- 7- Herramientas de medición.
- Comparadores.
 - Compases.
 - Micrómetros.
 - Alesámetros.
 - Goniómetros.
 - Escuadras.
 - Niveles.
 - Pie de Rey.

DEFINICIÓN DE ALGUNAS HERRAMIENTAS MANUALES

Azada: Herramienta de mango largo con una pala más o menos cuadrangular que sirve para cavar la tierra. Existen gran variedad de formas y tamaños según el uso que de ellas se hace.

Azuela: Instrumento en forma de azada pequeña de mango corto y pala cortante que sirve para desbastar madera.

Azadón: Este nombre se reserva para las azadas grandes.

Alicates: Tenacillas metálicas, de las cuales existe gran diversidad de modelos caracterizados por la forma dada a su boca según su uso (aferrar objetos, cortar alambres, enroscar las tuercas).

Alcatana: Herramienta con mango y dos bocas o filos uno dispuesto en forma de hacha y el opuesto en forma de azuela. Se usa en albañilería.

Alegrador: Punzón para marcar en las piezas los puntos en que se han de efectuar las perforaciones.

Almadana: Mazo de 500 a 1000 gramos, provisto de un mango largo que sirve para machacar piedra.

Alesámetro: Instrumento para medir y verificar interiores.

Alzaprima: Palanca sólida de grandes dimensiones, para remover objetos muy pesados.

Avellanador: Barrera o broca provista en su extremo de un borde cortante esférico o cónico, con la cual se ensancha la entrada de un taladro ya hecho o se labra una depresión para embutir en ella la cabeza de los clavos o tornillos.

Barbiqui: Instrumento de mano por medio del cual se imprime movimiento a las fresas para perforar la madera.

Brocas y barrenas: Herramientas que sirven para taladrar o bien agujerear materiales duros. Las barrenas de mano, de diversos espesores y pasos de hélice, se emplean sobretodo en materiales no muy duros como la madera. En las máquinas de taladrar se emplean las brocas de punta cónicas y ancho constante. Según cual sea el material a trabajar se escogerá el material de la broca.

Cepillo: Herramienta para trabajar y alisar la madera: consta de un hierro o cuchilla ancha de filo recto, un contra hierro que rompe las virutas y controla la penetración de la cuchilla, una cuña de madera que fija ambos hierros manteniéndolos en posición y el cuerpo o asiento propiamente dicho elaborado en madera o metal. En cepillos para metales el taco de madera que sirve de soporte a la cuchilla se reemplaza por un bastidor metálico provisto de un asidero en forma de bola.

Clases de cepillos: Garlopas, Cepillo ordinario, Guillame (hoja estrecha), acanaladores, machihembradores, molduradores.

Cizalla: Herramienta manual que consta de una o dos cuchillas y sirve para cortar papel, metales de bajo espesor y césped.

Clases de cizallas. Para cortes rectos y curvos, de banco, de encuadernador, de agricultor.

Cortafríos: Barra de acero con filo en uno de los extremos para cortar hierro frío a martillazos.

Cuchillo: Instrumento cortante constituido por un mango provisto de una hoja con sus bordes afilados.

Cinzel: Son herramientas de hierro con boca acerada o bien toda ella de acero. Se emplean para labrar, cortar, marcar, etc., a golpes de martillo toda clase de materiales.

Comparador: Instrumento amplificador que sirve para comparar las dimensiones de una pieza con las del patrón o modelo midiendo ambas sucesivamente.

Compás: Instrumento constituido por dos varillas articuladas en uno de sus extremos, en forma de ángulo que más o menos abierto, permite medir y transportar la distancia entre dos puntos, trazar arcos, circunferencias y otras figuras geométricas.

Hay diferentes clases de compases entre ellos los de: mecánico, espesores, sector, proporciones, dibujar, bigotera, diámetros internos y externos, cortar rodajas, tres puntas, sombrero.

Cárcel: Especie de gato de madera para mantener apretadas las piezas encoladas hasta que se hayan pegado.

Destornillador: Están diseñados exclusivamente para aflojar o apretar tornillos. Compuestos de tres partes que son: el mango, el vástago y la hoja. El mango puede ser de madera, plástico u otro material y debe tener su extremo redondeado. El vástago es de acero y de sección cilíndrica normalmente. La hoja presenta diversas formas según los tornillos existentes en el mercado.

Los tipos más comunes son:

Por su construcción:

De una sola hoja.

De vástago introducido en el mango.

De hojas intercambiables.

Por su forma:

De hoja espalada (keystone).

De hoja rebajada o de ebanista.

Especiales de hoja plana.

De hoja en estrella, tipo Philips o tipo Fraerson.

Descentrado, constituido por una barra en la que sus dos extremos han sido acodados en ángulo recto y en la que se han colocado dos hojas en planos perpendiculares.

De vástago de sección cuadrada para aplicar sobre ellos una llave.

Por su trabajo:

De carraca: Permite atornillar sin quitar la mano del mango.

De empuje o automáticos.

Retenedores de tornillos, por procedimientos mecánicos o magnéticos.

Busca polos.

Escoplo: Instrumento de hierro acerado con boca en forma de filo biselado, con o sin mango que sirve para trabajar la madera, también existen para el uso de los picapedreros y los herreros.

Extractor: Dispositivo que consta de dos ganchos plegables adheridos a un vástago roscado sobre el cual se desplazan y sirve para sacar piezas ajustadas a presión.

Escuadra: Instrumento constituido por dos reglas en forma de ángulo recto, que sirve para comprobar diedros rectos y para trazar ángulos rectos en superficies planas. Los hay de varias clases:

De chapa.

Falsa escuadra.

De inglete.

De combinaciones múltiples.

Escariador: Herramienta que sirve para agrandar y alisar o rectificar interiormente los agujeros ya taladrados en una pieza.

Escarpelo: Instrumento de filo acerado y dentado que sirve para raspar en las labores de madera tallada.

Formón: Herramienta de hoja ancha usada por los carpinteros para labrar muescas y rebajos en los maderos. Herramientas manuales de acero en las que la punta se ha tallado en bisel, solo en un lado y con corte. En la talla de madera se utiliza la gubia y las hay de muy diversas formas y tamaños. Para labrar piedra se utilizan los escoplos y son de menos corte que los formones y las gubias.

Los hay de varias clases:

- De carpintero.
- De ebanista.

- De carpintero de armar.
- Para metales (corta fríos).
- De picapedrero.
- De tornero.
- De albañil.

Gubia: Formón de media caña para labrar superficies curvas.

Garlopa: Instrumento para cepillar maderos grandes, de caja muy larga y provista de un puño.

Gancho: Instrumento puntiagudo, curvo por uno de sus extremos que sirve para prender cosas o colgarlas en él.

Goniómetro: Instrumento para medir ángulos.

Guadaña: Instrumento para segar de pié, formado por una cuchilla curva, triangular, fijada por su extremo más ancho en un astil muy largo provisto de una manija para cada mano.

Guimbarda: Cepillo estrecho para alisar el fondo de las ranuras hechas con formón.

Hacha: Herramienta cortante para derribar árboles o labrar madera, partir huesos, etc., que consta de una cuchilla maciza fuerte, en forma de pala, de filo curvo y provista de un ojo que sirve para ponerle mango.

Hoz: Herramienta manual de cuchilla curva y mango corto que sirve para segar.

Horca: Instrumento constituido por un mango largo terminado por varias puntas curvas, para revolver o levantar ciertas materias, especialmente paja, hierbas, etc.

Hilera: Pieza de metal duro o de diamante, provisto de uno o varios orificios por los cuales se hace pasar una barra metálica o una materia plástica con el objeto de obtener otra barra o hilo de las dimensiones o formas correspondientes a las del orificio. Con ellas se realizan las labores de extrusión o de trefilado.

Lima: Herramienta consistente en una barra de acero templado labrada en forma de estrías, con las cuales se frotan las superficies para desgastarlas, darles forma o alisarlas. Herramientas manuales de acero templado con la superficie finamente estriada en uno o dos sentidos para desgastar los materiales. Las limas para trabajar la madera se llaman escofinas y los dientes son triangulares. Los mangos deberán ir provistos de una abrazadera de hierro (virola) para que no se rajen. La parte de la lima que lleva los dientes se denomina cara; el extremo ahusado que penetra en el mango es la cola y la parte en que empieza la cola es el talón.

Llave: Herramienta de diversas formas y tamaños que se usa para apretar y aflojar tuercas, pernos y tubería. Los tipos más usuales son:

- Fijas: de tamaño proporcional a la abertura entre quijadas.
- Ajustables: Una de las quijadas es móvil por medio de un tornillo helicoidal.
- Inglesas: La quijada móvil se mueve en la dirección del eje del mango.
- De tubo: Similar a la anterior pero con las superficies de las quijadas con muescas o dientes.
- De cubo o de estrella: Rodean perfectamente a la tuerca y en vez de sujetar a la tuerca por los lados, la sujetan por los vértices.
- De caja: Constan de una caperuza en cuya superficie lateral interna está grabado el tipo de tuerca a manejar.
- De tipo allen: Para tornillos de presión sin cabeza.
- De entalle: Similares las de caja, pero con muescas en forma de almena.
- De espiga, DE GANCHO ETC.
- De tubular acortado o hexagonal.
- De ocho bocas (para bicicleta).
- Universal.

Lezna: Punzón recto o curvo con puño de madera que sirve para hacer los agujeros en las pieles por donde el zapatero o el talabartero pasa los hilos del pespunte.

Martillo: Herramienta consistente en una masa compacta de metal, fibra u otro material, provista de un mango, la cual por percusión, permite hincar clavos, deformar los metales, labrar superficies, quebrar ciertas materias o suministrar la energía necesaria a otra herramienta cortante para efectuar el trabajo. Son las herramientas de mano utilizadas para clavar, enderezar y remachar. En ellas hay que distinguir el martillo propiamente dicho-formado por la cabeza, el ojo y la boca- y el mango. La forma de la cabeza depende de la utilidad a dar a la herramienta, ha de ser ligeramente abombada y con las aristas redondeadas; la boca puede tener forma de bola o de cincel.

Los mangos han de ser de madera resistentes y elásticos a la vez; la longitud del mango guardará estrecha relación con el peso de la cabeza.

Los mazos son martillos con cabeza de madera, plástico o caucho, para golpear sobre mangos de otras herramientas, sobre materiales duros o que no se quiera deformar.

Machete: Cuchillo muy grande y pesado que sirve para cortar.

Maza: Especie de mazo de madera de cabeza cilíndrica y que en vez de ser transversal, respecto al mango, lo prolonga.

Micrómetros: Instrumentos para medir objetos pequeños.

Nivel: Instrumento propio para comprobar la horizontalidad de un plano o para medir la diferencia de altura de dos puntos. Los hay de varias clases:

- De agua.
- De burbuja.
- De albañil.
- De escuadra.
- De antejo.

Picoleta: Pico pequeño de mango corto que se maneja con una sola mano.

Pies de cabra: Palanca de metal consistente en una barra que tiene su extremo achaflanado y hendido longitudinalmente.

Pala: Instrumento constituido por una plancha combada, que forma cuchara, prolongada por un mango largo que permite asirla con las dos manos para arrancar tierra u otros materiales, esparcirlos, cargarlos o descargarlos.

Palanca: Barra rígida que tiene un punto de apoyo sobre el cual puede bascular de tal forma que una fuerza (potencia) aplicada en otra parte pueda vencer otra fuerza (resistencia), mucho mayor y tanto más grande cuanto más largo sea el tramo de barra comprendido entre la potencia y el punto de apoyo respecto al tramo que va de éste a la resistencia.

Pinzas: Nombre dado a varios instrumentos a modo de tenacillas con las que se sujetan cosas pequeñas.

Pistola: Martillo neumático de pequeñas dimensiones y escasa potencia usados por los picapedreros y los escultores.

Punzón: Instrumento de hierro o acero, de cuerpo cilíndrico, punta cónica y cabeza plana, en la cual se golpea con un martillo y que según la forma de la boca, sirve para abrir objetos, hacer marcas en aquellos puntos donde se ha de taladrar el metal, estampar marcas en los metales preciosos, etc. Son herramientas de acero rematadas en punta. Se emplean para centrar o marcar, alinear piezas de forma que sus agujeros respectivos coincidan.

Pie de rey: Instrumento para medir calibres y espesores.

Rastrillo: Instrumento en forma de peine, provisto de un mango largo que permite arrastrarlo por el suelo para recoger ciertos materiales tales como heno, paja, etc.

Rebordeador: Herramienta que sirve para doblar las puntas de los clavos y zunchos, con el fin de evitar corte o desgarre.

Raedera: Instrumento que sirve para raspar una superficie o para recoger o amontonar materias esparcidas por el suelo. Existen de diferentes usos y tamaños según su uso. También se conocen con los nombres de raspadores,

rascadores y rasquetas.

Regleta: Especie de escoplo que sirve para rayar la madera, hacer en el cuero ranuras para las costuras, etc. La regleta de carpintero sirve de llave por el extremo opuesto, para rectificar el paso de los dientes de la sierra.

Serrucho: Sierra de hoja rígida más espesa que la de la sierra ordinaria, de forma triangular o trapezoidal, provista en su extremo más ancho de una manija para serrar con una sola mano.

Sierra: Herramienta constituida por una hoja de acero, con uno de sus bordes cubiertos de dientes, que al rozar con una materia (madera, plástico, metal, etc.) abren en ella un surco estrecho y permiten dividirla. Las sierras pueden ser mecánicas o manuales y las hay de varias dimensiones según su uso.

Entre los tipos más usuales se encuentran:

- Serrucho de carpintero: de un solo mango de hoja rectangular. Cola de ratón o normal.
- Sierra de carpintero: Con hoja montada sobre un bastidor.
- Tronzador: sierra de dos mangos y para ser utilizada por dos personas.
- Sierras para metales.
- Seguetas: para marquetería, la hoja se convierte aquí en un filamento llamado "pelo".

Sacaclavos: Instrumento provisto de una uña hendida o de pinzas que permite arrancar los clavos.

Sacabocados: Punzón de boca hueca y cortante que se golpea con un martillo sobre una chapa metálica, cuero, cartón u otra materia laminada, ya para taladrarla, ya para recortar en la misma rodajas o piezas pequeñas de cualquier otra forma conferida a la boca.

Soplete: Soplete para metalización por proyección. Nombre dado a los instrumentos que aprovechan la deflagración de una carga explosiva para perforar chapas, hincar pernos en materiales duros, etc.

Terraaja: Instrumento para labrar roscas a mano.

Tijeras: Instrumento cortante formado por dos cuchillas de acero cruzadas, mantenidas apretadas por un eje y prolongadas por dos ojos a través de los cuales se pasan el pulgar y otro dedo para manipularlas y hacerlas cortar lo que entre ellas se pone. Clases de tijeras: De bordar, para las uñas, de hojalatero, de bolsillo, de sastre, de cirugía, etc.

Tenazas: Instrumento constituido por dos brazos cruzados y articulados por un pasador, de modo que a un lado de éste quede su extremo más largo, que sirve para asirlo y manejarlo y al otro, una boca que, según su forma,

sirve para arrancar clavos, cortar alambre, mantener sujetas las piezas que se van labrando, etc.

Taladro: Aparato con que se imprime movimiento a las brocas.

Triscador: Instrumento que sirve para triscarlos dientes de las sierras. Las sierras se triscan torciendo sus dientes alternativamente a uno y otro lado. Triscar es aumentar el paso de una sierra de modo que la hendidura hecha en la madera sea más ancha que el espesor de la hoja, para que no se agarrote ésta.

Zapapico (pico): Herramienta de astil que sirve para el arranque manual de minerales blandos o de rocas previamente desgastadas con explosivos, para cavar suelos duros, arrancar pavimentos, etc.

PRINCIPALES RIESGOS DE LAS HERRAMIENTAS MANUALES

- A- Elaboradas con materiales de mala calidad.
- B- Defectuosas.
- C- Empleo de la herramienta inadecuada.
- D- Manipulación inadecuada.
- E- Transporte peligroso.
- F- Almacenaje deficiente.
- G- Insuficiente entrenamiento de los trabajadores.
- H- Mal cuidado de las herramientas.

PRINCIPALES DEFECTOS DE LAS HERRAMIENTAS MANUALES

- A. Cinceles, cortafríos y punzones.
 - Mal templado.
 - Deformados.
 - Rotos.
 - Longitud inadecuada.
 - Mal afilado.
- B. Destornilladores.
 - Hojas melladas o deformadas.
 - Mangos hendidos, roto, sueltos.
 - Colas curvadas.
- C. Palas, azadas, azuelas, limas, martillos, zapapicos, hachas, palancas, paletas, pico picos.
 - Carentes de mango.

- Puntas o filos mellados, embotados.
 - Cuñas inadecuadas o faltantes.
 - Mangos hendidos, ásperos, astillados, curvados, longitud inadecuada, rotos.
- D. Cuchillos, serruchos, seguetas.
- Mal afilado.
 - Hojas curvas.
 - Mangos sueltos, astillados, ásperos.
 - Filos mellados, embotados, mal conformados.
 - Carentes de fundas o inadecuadas.
- E. Alicates, Pinzas, Tenazas.
- Mangos sin topes.
 - Forma inadecuada.
 - Sin resguardo.
 - Brazos desajustados.
 - Mandíbulas desgastadas, melladas.
- F. Taladros, barrenas, brocas, buriles.
- Mal templado.
 - Filos mellados, gastados, embotados.
 - Espigas rotas, gastadas.
- G. Gatos de palanca o de tornillo.
- Mangos curvados.
 - Mangos demasiado largos o cortos.
 - Dispositivo de retención roto, abombado, mal diseñado.
 - Engranajes, cremalleras, pasadores gastados.
 - Hilos de roscas gastadas o rotas.
 - Acoples desgastados.
- H. Llaves de tuerca.
- Mangos ásperos o curvados.
 - Mecanismos gastados, atascados, oxidados, rotos.
 - Mordazas gastadas, abiertas, abombadas.
- I. Herramientas mecanizadas en general.
- Sin conexión a tierra.
 - Mangueras o cables rotos, con empalmes defectuosos.
 - Carentes de silenciador.
 - Mala carburación.
 - Sin protección.

CONTROL DE RIESGOS

A. Adquirir herramientas de excelente calidad

- Al comprar las herramientas de mano se deben tener en cuenta los tipos, especificaciones y marcas adecuadas.
- Las herramientas de choque deberán ser de acero lo suficientemente fuerte para soportar golpes sin mellarse o formar rebordes en las cabezas, pero no tan duros como para astillarse o romperse con el consiguiente peligro de proyecciones que pueden herir sobre todo los ojos del operario y de las personas situadas en las proximidades del lugar de trabajo.
- Los mangos de las herramientas de mano serán de madera dura (nogal, fresno), lisos y sin astillas o bordes agudos.
- Los mangos de las herramientas deberán estar cuidadosamente acoplados y sólidamente fijados a las mismas.
- El acoplamiento debe ser hecho por personal especializado. Si la madera del mango no se apoya contra el ojo de la herramienta en todos los puntos el mango debe ser cepillado hasta que encaje perfectamente.
- El ajuste entre la cabeza de la herramienta y el mango podrá reforzarse mediante una cuña de madera dura o fundición maleable colocada diagonalmente en el ojo del útil ya que de esta forma la madera es fuertemente apretada contra la superficie interna del ojo y transmite la presión de la cuña en todos los sentidos. Otro modo de hacer el acoplamiento consiste en servirse de una cuña en forma de "z" colocada de tal forma que los dos brazos de la "z" sean paralelos a los lados pequeños del útil quedando entonces la rama transversal en diagonal. En algunos casos la cabeza de la herramienta admite refuerzos metálicos que aseguran su unión con el mango.

B. Elección de las herramientas manuales

- Antes de emplear cualquier herramienta hay que revisarla cuidadosamente. Esta obligación corresponde al encargado del herramientero y al operario.
- Nunca se deberán utilizar herramientas manuales en la que se observe:
 - Cabezas aplastadas, con fisuras o rebordes.
 - Mangos rajados, ajustados con clavos o recubiertos con alambres.
 - Filos mellados, embotados, disperejos o mal afilados.
 - Útiles torcidos, rotos, desgastados.
 - Empalmes desgastados, oxidados, muy ajustados.

C. Empleo de la herramienta adecuada para cada labor

- Se debe educar al trabajador en el sentido de emplear siempre las herramientas adecuadas en cada uno de los trabajos a realizar. La falta de conocimientos, la pereza, el hacer caso omiso de las instrucciones, son hechos de los que el supervisor debe tomar nota, emprendiendo en cada caso la acción correctiva correspondiente.
- Tanto las herramientas como sus mangos tendrán la forma, peso y dimensiones adecuadas no solamente para obtener el máximo rendimiento sino principalmente con miras a lograr una mayor seguridad en los trabajos.
- En atmósferas donde existan gases inflamables, líquidos altamente volátiles o sustancias explosivas, las herramientas deberán ser hechas de material que no den lugar a chispas por percusión tales como madera, caucho duro, bronce o fibra.
- Las herramientas manuales cuando tengan que ser utilizadas por electricistas deberán tener por lo menos las empuñaduras de material aislante.
- En todos los trabajos que se realicen con herramientas manuales que puedan dar lugar a proyecciones, con el consiguiente peligro para los operarios, se emplearán herramientas no ferrosas de golpe blando y se establecerá con carácter obligatorio el uso de gafas. Este riesgo también puede ser disminuido aislando la labor por medio de pantallas de metal, madera o lona fuerte.
- Emplear las herramientas únicamente para los fines específicos para los cuales han sido concebidas. No usar un destornillador como palanca, un cuchillo como destornillador, una llave como martillo, ya que la herramienta puede romperse, astillarse, doblarse o resbalar y producir accidentes.

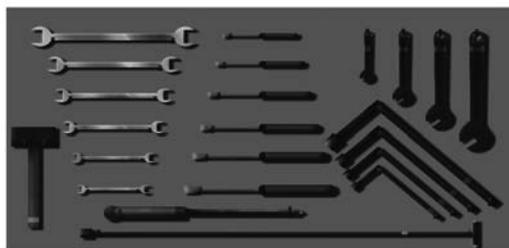
D. Manipulación adecuada de la herramienta

- Hay que enseñarle al operario la manera correcta de emplear cada herramienta que pueda necesitar en su trabajo, así como las consecuencias de un uso incorrecto de las mismas, accidentes, calidad inferior de su trabajo, herramientas deterioradas.
- Se supone que todos los trabajadores saben utilizar las herramientas de mano más comunes, pero el empleo inadecuado de ellas, constituye una abundante causa de lesiones.

E. Transporte de herramientas

- Para el transporte de las herramientas se emplearán cajas, cajonas, bolsos o cinturones porta herramientas según las condiciones de trabajo y los útiles empleados, que podrán llevar colgando bajo el brazo, cuando ello no suponga peligro para el trabajador.
- Las principales precauciones a tomar son:
- Llevar únicamente las herramientas necesarias.
- Asegurarlas de tal forma que no se presente deslizamiento o caída.
- Proteger las puntas y filos cortantes.
- Mantener las bolsas y cajas de transporte bien cerradas.
- Prohibir el transporte de las herramientas en las manos cuando ello suponga para el obrero un entorpecimiento en el uso de las mismas al tener que trabajar en lo alto o desplazarse por sitios peligrosos. En este caso se deben colocar en un bolso o recipiente similar y subirlas desde el piso por medio de una cuerda. Para devolverlas se debe actuar de la misma forma. En ningún caso se deben lanzar.
- Podrán llevarse las herramientas en los bolsillos únicamente cuando estén protegidas de causar lesiones.
- Nunca se deben tirar las herramientas para entregárselas a otra persona, por el contrario éstas deben ser depositadas en la mano.
- Cuando se trate de herramientas de filo o punta deben ser entregadas en su funda con el mango en dirección de quien las recibe.
- Las personas que transportan herramientas sobre los hombros deben prestar la debida atención al espacio libre existente al dar la vuelta y manejarlas de tal forma que no golpeen a otros operarios.

ALMACENAJE



- Las herramientas de mano deberán almacenarse en estantes, tableros con silueta, repisas o cajas especiales.
- El almacenaje de las herramientas debe hacerse de tal forma que su colocación sea correcta, que la falta de alguna de ellas sea fácilmente comprobada, que estén protegidas contra su deterioro por choques o caídas y que cuando el operario las tenga que coger no exista peligro de herirse con sus partes cortantes.
- No se deben dejar herramientas sobre andamios, tuberías elevadas, encima de escaleras o en otros lugares de los cuales pueden caer sobre las personas situadas debajo. Esta caída se presenta generalmente cuando existen vibraciones o cuando los operarios se mueven alrededor.
- No se dejarán en el suelo o en zonas de paso.
- Las herramientas cortantes o con puntas agudas se guardarán provistas de protectores de cuero o metálicos para evitar lesiones por contacto accidental.
- Por otra parte, la buena organización del almacenaje, permite darse cuenta de las herramientas disponibles, lo que supone un elemento de seguridad, puesto que en muchos casos, la falta de útiles adecuados conduce al empleo de otros que pueden causar accidentes. Igualmente lleva consigo una mejora en el rendimiento del trabajo, ya que no se tiene que perder tiempo en busca de una determinada herramienta.

ENTRENAMIENTO SUFICIENTE DE LOS TRABAJADORES

- Formar a los operarios para seleccionar las herramientas correctas para cada trabajo y procurar que se disponga de las mismas.
- Instruir a los operarios en el uso correcto de las herramientas.
- Demostrar a los operarios la importancia benéfica que conlleva el cumplimiento de las normas sobre almacenamiento, transporte, mantenimiento, selección. Manejo de las herramientas de mano.
- Mostrarles las herramientas defectuosas que han de dejarse fuera de servicio.
- Exponer las herramientas que fueron causa de accidentes.
- Realizar demostraciones de los usos, circunstancias y prácticas buenas y malas.
- Cuando se termine una labor (jornada de trabajo) hay que limpiar todas las herramientas y el lugar donde tengan que guardarse, retirando los

materiales sobrantes y devolviendo las piezas a su debido lugar. Todos los desechos han de ponerse en recipientes adecuados para su eliminación sin riesgos.

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

- El encargado del almacén o herramientero debe estar debidamente capacitado por su formación y experiencia para juzgar el estado de las herramientas con miras a su posterior uso. No se devolverá del almacén ninguna herramienta roma o dañada. Debe tenerse a mano suficiente número de ellas con el fin de que cuando alguna defectuosa o gastada se retire del servicio, sea posible sustituirla por otra en buen estado. De lo contrario deberá ser reparada antes de volverla a utilizar.
- Un eficaz control de las herramientas exige la inspección periódica de todas las operaciones realizadas con las mismas. Estas inspecciones han de extenderse al orden y limpieza en el almacén, mantenimiento de las herramientas, servicio, número de éstas en existencia, manipulación rutinaria y estado de las mismas.
- La responsabilidad de tales revisiones periódicas corresponde generalmente al jefe de departamento y no debe ser delegada por este.
- Cuando las herramientas metálicas se rompen en uso normal, generalmente existen causas identificables; calentamiento excesivo o insuficiente de la forja o acero cuando se templó, grietas debidas a una forma inadecuada, revenido inadecuado, no-relajación de las tensiones en la forja, ángulo incorrecto del filo de corte o acero de mala calidad.
- Defectos como los anteriores se encuentran por lo general en herramientas construidas deficientemente que a causa de las roturas y falta de eficacia resultan más caras a la larga que las de buena calidad. Por lo tanto es rentable adquirir herramientas de la mejor calidad que pueda conseguirse.
- Las herramientas manuales que son objeto de mayor desgaste, tales como cinceles, llaves, mandarrias, barrenas con punta de estrella, herramientas de herrero, así como cortafríos, precisan un mantenimiento frecuente.
- Si la empresa no cuenta con el personal y equipo adecuado para la reparación de las herramientas deberá solicitar este servicio a un taller especializado.

CONSERVACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANO

- Mantener las herramientas en buen estado para lo cual deberán ser revisadas periódicamente por personal competente. Esta condición tiene especial importancia para la conservación de las herramientas de choque, cortantes o punzantes.
- La función de conservación puede realizarse por control centralizado establecido por la empresa o bien mediante la acción inspectora de los jefes de grupo. La ventaja principal del control centralizado desde el punto de vista de prevención de accidentes es que asegura una inspección y conservación de herramientas uniforme, mientras que con el segundo procedimiento las normas a seguir variarán con arreglo a los criterios que sustenten los diversos encargados de realizar dicho servicio.
- Por otra parte el control centralizado facilita el conocimiento de los defectos que puedan tener las herramientas en relación con los accidentes de trabajo que puedan ocasionar los operarios que las usan.
- En aquellas empresas que no sea posible establecer un almacén general, el jefe de equipo debe inspeccionar frecuentemente todas las herramientas y retirar del servicio las que se encuentran defectuosas. Una lista de revisión para herramientas manuales consideradas más peligrosas puede ser útil para sistematizar la inspección.
- Los obreros que trabajan en bancos de trabajo o en máquinas deberán disponer de cajas o estantes convenientemente situados para colocar y guardar las herramientas que usen.
- Las herramientas de mano no deben dejarse en el suelo o en pasillos por donde los obreros circulen, pues ello podría dar lugar a accidentes al tropezar con ellas; tampoco deberán ser depositadas en escaleras de mano o en lugares elevados desde los cuales puedan caer sobre alguna persona.
- A fin de evitar que las herramientas de filos o puntas agudas al ser utilizadas produzcan lesiones por contacto accidental, serán provistas de protectores tales como fundas de cuero o de metal.
- Las herramientas deben mantenerse bien limpias y sus articulaciones engrasadas para evitar su oxidación.
- El tratamiento térmico, la talla y la reparación de las herramientas son operaciones que requieren destreza y perfecto conocimiento de las mismas; por ello estos trabajos deben ser realizados por personas especializadas.
- La inspección periódica de las herramientas debe hacerse también con las que son propiedad de los operarios.

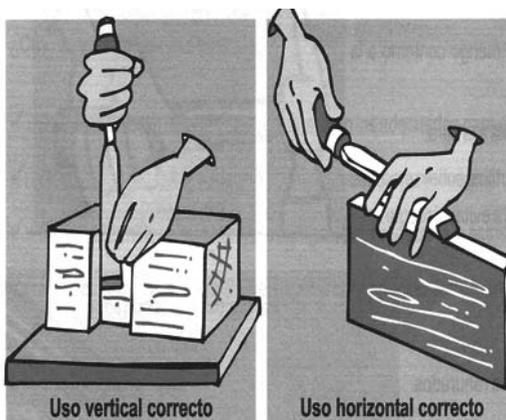
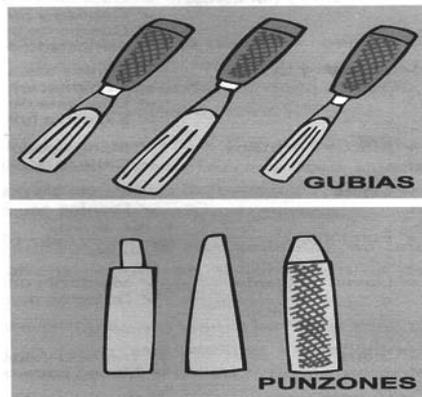
- Se debe establecer un procedimiento para el control de las herramientas de la empresa tal como un sistema de anotación de salida en los paneles destinados a dichos instrumentos.
- Todo supervisor debe realizar una inspección completa de sus operaciones para determinar la necesidad de disponer de herramientas especiales que permitan realizar el trabajo en forma más segura que con herramientas normales.

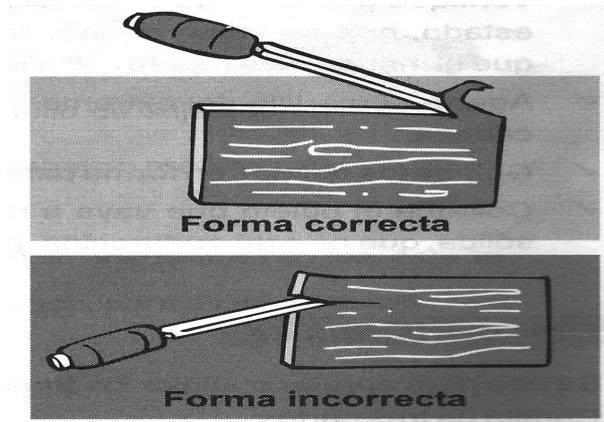
RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA ALGUNAS DE LAS HERRAMIENTAS MÁS COMUNES

A. ESCOPILOS , GUBIAS Y FORMONES

- 1- El afilado de los formones debe ser extremadamente cuidadoso ya que el uso de una herramienta de este tipo mal afilada puede dar lugar a su deslizamiento y ocasionar lesiones al operario. Su filo correcto es el que forma un ángulo de 20 grados.
- 2- Los escoplos de carpintería estarán compuestos de:
 - a. Mangos de madera dura, con zunchos de metal o soportados en casquillos.
 - b. Bandas de metal alrededor de los extremos de los mangos, cuando se usan martillos o mazos para golpearlos. En este caso el escoplo deberá tener un tope o arandela para impedir que su cola pueda penetrar demasiado en el mango y rajarlo con el consiguiente peligro para el trabajador.
- 3- La madera que se vaya a trabajar debe estar libre de clavos, alambres, grapas, etc, ya que si se golpea metal con la boca del escoplo, éste puede mellarse y desprenderse algún trozo con violencia.
- 4- Nunca se debe emplear como palancas o cuñas. El acero templado es frágil.
- 5- El trabajo con estas herramientas debe hacerse en dirección opuesta al cuerpo del operario, pero si esto no es posible, el trabajador deberá utilizar un delantal de cuero fuerte.
- 6- Estas herramientas no se deben golpear de refilón para evitar el desprendimiento de partículas.
- 7- Se almacenarán y transportarán adecuadamente.
- 8- La mano izquierda siempre por detrás del filo.
- 9- Sujetar la pieza a trabajar adecuadamente, nunca cogerla con la mano.

- 10- Accionar la herramienta en el sentido de las fibras y hacia fuera, nunca hacia uno mismo.
- 11- El mango estará bien ajustado.
- 12- Para hacer entalladuras, los primeros cortes deben marcarse con la sierra.
- 13- Para su afilado se puede emplear una piedra de aceite encajada firmemente en un bloque de madera colocado en un banco (nunca se colocará esta piedra con la mano). Una vez conformada, ha de amolarse sobre una piedra limpia para producir un filo de corte vivo.
- 14- Durante el trabajo y afilado se utilizarán gafas de seguridad.





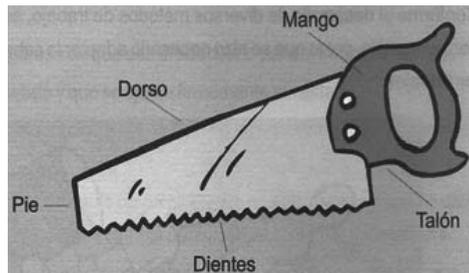
B. HACHAS Y AZUELAS

- 1- Estas herramientas se mantendrán siempre bien afiladas. Esto es muy importante, ya que si el filo está mellado o mal elaborado, al chocar éste con la madera puede desviarse y golpear al operario en el pie, la pierna u otra parte del cuerpo.
- 2- Los mangos de estas herramientas estarán cuidadosamente ajustados a las cabezas y sólidamente fijados a ellas.
- 3- Los mangos deberán ser en madera de excelente calidad y estar bien pulimentados para evitar las roturas y lesiones en las manos de los operarios.
- 4- Cuando no estén en uso estas herramientas deberán colocarse en un lugar seguro o dejarse hincadas en la madera para proteger al personal de golpearse contra sus filos.
- 5- Al utilizar el hacha, el operario debe asegurarse que tiene un amplio círculo libre a su alrededor y principalmente comprobar que no existen obstáculos en los que pueda tropezar o engancharse la herramienta.
- 6- Las azuelas pueden usarse para cortar o hincar clavos. En estos casos se debe poner especial cuidado en prevenir las consecuencias de proyecciones que puedan alcanzar al operario o trabajadores próximos.
- 7- Estas herramientas solamente serán manejadas por obreros adiestrados en su uso, los cuales serán provistos de polainas y botas de seguridad.

C. SIERRAS DE MANO, SERRUCHOS

- 1- Estas herramientas deben ser de buena calidad, convenientemente afiladas, con los dientes debidamente trabados y correctamente utilizadas.
- 2- El dentado de la sierra debe ser el apropiado al trabajo que tenga que realizarse.
- 3- Las sierras de tronzar deben ser utilizadas únicamente para cortar al través, mientras que las sierras de hender se utilizarán exclusivamente para cortar al hilo.
- 4- Al triscar una sierra es necesario dar a sus dientes una inclinación en el mismo sentido en el cual haya sido reparada otras veces, pues de no hacerlo así las flexiones alternas pueden provocar la rotura de los dientes.
- 5- Una sierra que presente mella o roturas en sus dientes debe ser reparada inmediatamente, puesto que su empleo es peligroso.
- 6- Todo defecto de afilado, de elección de dentado o de oxidación puede dar lugar a que la sierra salte o se acuña bruscamente, pudiendo ocasionar lesiones en el operario.
- 7- Para iniciar un corte y con el objeto de evitar lesiones en a mano por deslizamiento de la sierra, el método más seguro consiste en apoyar la hoja de la herramienta contra el borde de la uña del pulgar de la mano que la guía, colocando dicho dedo en posición horizontal y de tal forma que la uña quede por lo menos a un centímetro por encima de la madera y no apoyada en esta.
- 8- Estas herramientas si han de permanecer mucho tiempo sin usarlas deben ser correctamente conservadas, sus hojas perfectamente engrasadas y desprovistas de toda señal de oxidación y guardadas en anaqueles, estanterías o colgadas. Después de usadas se deben colgar o introducirlas en fundas adecuadas.
- 9- No cortar material que no esté adecuadamente sujeto, mediante gatos o barriletes.
- 10- La oxidación, el mal afilado y el mal empleo contribuyen a que se atasque la hoja, saltando peligrosamente.
- 11- Al cortar madera con nudos, se deben extremar las precauciones.
- 12- Cada tipo de sierra solo se usará para la aplicación específica para la que está diseñada.
- 13- Al transportar una sierra de bastidor la hoja puede protegerse haciéndola girar, de tal forma que los dientes queden hacia el interior del mismo.

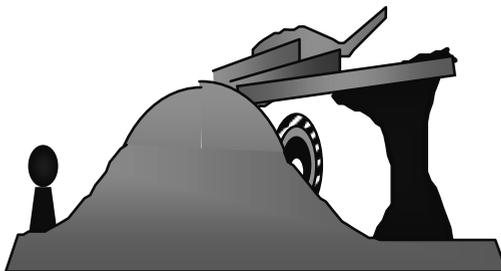
- 14- Los serruchos que se manipulan con una sola mano, deben protegerse por medio de fundas de madera, cuero, metal, etc, durante su transporte.
- 15- Los serruchos tronzadores y para corte al hilo que son manipulados por dos operarios se deben cargar con los dientes protegidos y en dirección opuesta al cuerpo.
- 16- En cortes largos, introducir cuñas separadoras para evitar atascos.
- 17- Si se rompe la hoja en el corte, hay que empezar un corte nuevo o introducir cuñas en el antiguo.
- 18- No completar hojas o "pelos" partidos, ya que al ser de menor longitud su calentamiento es mayor y suelen romperse con facilidad.
- 19- No permitir que el extremo del serrucho golpee el suelo.
- 20- La hoja estará tensa y sin alabeos.
- 21- No emplear la sierra para quitar tiras de madera inútiles.
- 22- La presión ejercida será adecuada según el material a trabajar.
- 23- La hoja de la sierra de metales debe colocarse con los dientes apuntando hacia delante y hacia el frente del marco; debe ejercerse fuerza solamente durante el recorrido en ese sentido, levantando ligeramente la sierra en el camino de retroceso.



D. CEPILLOS

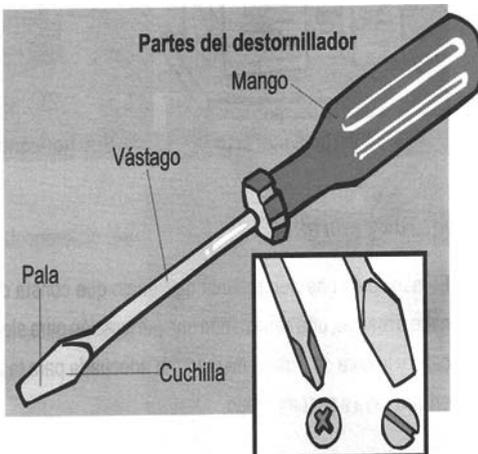
- 1- La cuchilla estará bien graduada, con el filo paralelo al plano de trabajo y bien afilada.
- 2- No aflojar la cuchilla golpeándola en el filo con un martillo maza.
- 3- La pieza a cepillar se debe sujetar convenientemente.
- 4- Para cepillar siempre emplear las dos manos.
- 5- No emplear el cepillo para golpear.
- 6- El cuerpo o asiento debe estar bien conformado sin astillas ni hendiduras.
- 7- Usar cepillos perfectamente reglados en cuanto concierne a la posición del contra hierro y a la salida de la cuchilla. Esta norma tiene gran importancia cuando se trata de realizar trabajos al través, ya que en estos casos es conveniente graduar la cuchilla para que las pasadas sean poco profundas, pues ello evita el riesgo de atascamiento de la herramienta.
- 8- El trabajo con estas herramientas debe hacerse en bancos u otros sitios de trabajo libres de obstáculos, para evitar que se produzcan lesiones en las manos del trabajador al chocar contra ellos.
- 9- Los bancos deben estar bien sujetos al piso para evitar movimientos de vaivén y dotados de topes que impidan el avance de la pieza mientras se cepilla. Dichos topes deberán ser desplazables verticalmente para graduarlos unos milímetros por debajo de la pieza en proceso, con el fin de prevenir el choque del cepillo al pulir el extremo de la madera.

CEPILLO DE MANO



E. DESTORNILLADORES

- 1- No se llevarán nunca en el bolsillo sino en fundas adecuadas.
- 2- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar, ni colocarla por debajo o detrás de la herramienta.
- 3- Herramienta siempre en buenas condiciones, provistas de mangos.
- 4- Se entregarán siempre en la mano. Nunca se lanzarán.
- 5- No debe emplearse cuchillos o medios improvisados para introducir o sacar tornillos.
- 6- No utilizarlos como cincel, corta frío, punzón, palanca, etc.
- 7- No dar vueltas al vástago ayudándose de un alicate.
- 8- Se debe procurar que el vástago se coloque perpendicular a la superficie del tornillo.
- 9- La hoja del destornillador encajará perfectamente en la cabeza del tornillo.
- 10- No apoyar el cuerpo contra la herramienta. Si ésta resbala se perderá el equilibrio.
- 11- Escoger con cuidado el tipo y el tamaño del destornillador de modo que manteniendo el vástago en posición vertical, la hoja encaje bien en la ranura del tornillo.
- 12- Vigilar que las herramientas estén correctamente afiladas. Para que el afilado sea perfecto las caras de los destornilladores debe ser casi perpendiculares al plano de la cabeza del tornillo y no inclinadas en bisel lo que facilita el deslizamiento del útil.
- 13- No emplear destornilladores con hojas redondeadas o gastadas, con vástagos doblados o mangos astillados.



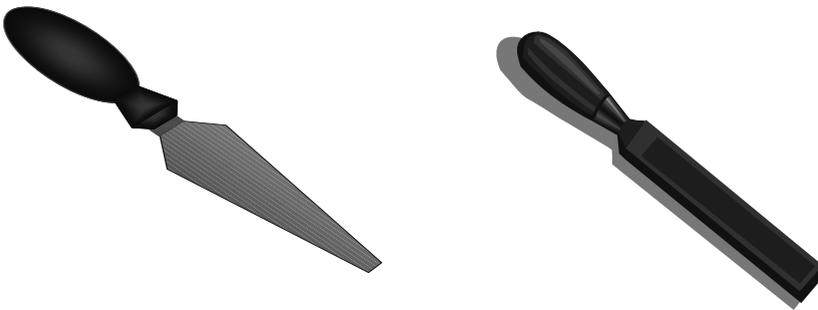
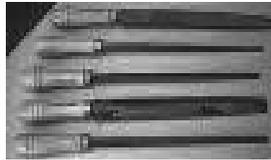
F. CIZALLAS DE MANO

- 1- Los brazos de la cizalla serán suficientemente largos y curvados para evitar el riesgo de corte con los bordes de la chapa recién cortada.
- 2- Emplear cizallas con los brazos curvados hacia fuera, con topes o terminales en forma de anillos en los cuales el operario pueda meter los dedos.
- 3- Las cizallas deben ser de dimensiones y peso apropiado para cortar el material tan fácilmente que el operario no necesite más que una mano en la herramienta y pueda usar la otra para mantener separado el material.
- 4- Los operarios deben de llevar gafas cuando recorten esquinas o tiritas de material en láminas, porque con frecuencia saltan partículas con fuerza considerable.

G. LIMAS

- 1- Antes de utilizar una lima comprobar que están en buen estado sus estrías, ya que al tener los dientes obstruidos puede resbalar.
- 2- Nunca golpear una lima para limpiarla, es frágil y puede romperse.
- 3- No utilizarla como palanca, punzones o martillos.
- 4- Estas herramientas deben ser utilizadas siempre con mango, pues de no hacerlo así, al tropezar la lima con un obstáculo, la cola puede clavarse en la palma de la mano, la muñeca o cualquier otra parte del cuerpo del operario.
- 5- El diámetro del mango debe ser mayor que el de la lima o estar provisto de topes para evitar el choque de los dedos contra la pieza que se procesa.
- 6- Nunca se debe golpear la lima con un martillo, pues ello puede dar lugar a que se rompa, pudiendo lastimar al operario, algunos de los trozos.
- 7- La forma correcta de utilizar una lima es coger el mango fuertemente con la mano derecha y utilizar el pulgar y el índice de la mano izquierda para dirigir los movimientos de la herramienta.
- 8- Siempre que sea posible se evitará limar una pieza que gira en un torno, sin embargo, cuando esto se haga, el obrero sujetará la lima con la mano que esté más alejada de la pieza en rotación, a fin de reducir el peligro de ser arrastrada por ésta.
- 9- Como los dientes de la lima están hechos para cortar en un solo sentido, es decir, cuando se empuja la lima, debe evitarse toda presión sobre la pieza durante la carrera de retorno para no dar lugar al embotamiento de aquellos.

- 10- Cuando la lima esté atorada, deben limpiarse los dientes con un cepillo de cerdas cortas y rígidas de alambre, nunca golpeándolas contra cualquier objeto ya que pueden saltar partículas y producir lesiones oculares a los obreros.
- 11- Cuando las limas no estén en uso deben ser colgadas en un bastidor provisto de agujeros. Si se conservan en una caja de herramientas, irán provistas de fundas de cuero o envueltas en tela, papel u otro material que las proteja.



H. SIERRAS DE METALES

- 1- La hoja debe estar perfectamente ajustada a un marco o bastidor para evitar que se doble o rompa, pero no debe estar demasiado tensada, pues ello podría dar lugar a que se rompan los pasadores que la soportan.
- 2- A fin de evitar la rotura de la lima y posibles lesiones en la mano del operario, la hoja de la sierra se moverá siempre en línea recta con recorridos suaves y regulares.

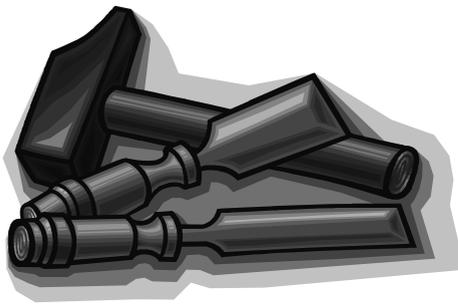
- 3- Al aserrar, solamente se debe ejercer presión sobre la pieza en su recorrido hacia abajo y levantarla ligeramente en el movimiento de retorno.
- 4- Si la hoja está torcida, o se aplica demasiada presión, puede romperse y causar lesiones en la mano o brazo del trabajador.
- 5- Como una de las principales causas de accidentes es la mala elección del tipo de sierra a emplear, se recomienda las de dentado fino para cortar piezas delgadas y las de dentado grueso para el trabajo de las piezas de gran sección.
- 6- Debe mantenerse la hoja debidamente protegida, cuando no se use la sierra. En el taller conviene colgarla y cuando se lleve en la caja de herramientas hay que colocarla de modo que los demás útiles u objetos de metal no rocen con los dientes de la hoja.
- 7- Cuando comenzando un trabajo se tenga que cambiar la sierra, conviene efectuar un nuevo corte, ya que si se utiliza la nueva herramienta en el corte antiguo, pueden tener lugar atascamientos siempre peligrosos para el trabajador.



I. CINCELES

- 1- Los factores que determinan la selección de un cortafíos, son los materiales a cortar y la profundidad del corte que se ha de practicar.
- 2- Los filos deben tener forma apropiada al trabajo que se efectúa y estar siempre en buen estado.
- 3- Es una buena práctica el redondear ligeramente las esquinas de los filos para evitar su rotura cuando se usan para cortar.
- 4- A fin de retardar lo más posible la formación de rebabas, es recomendable dar a la cabeza de estas herramientas, siempre que sea posible, una sección ligeramente decreciente hacia la superficie golpeada. Otro procedimiento para reducir el riesgo de las rebabas consiste en soldar una tira de bronce de resistencia apropiada dentro de una ranura practicada en la cabeza del cortafío.

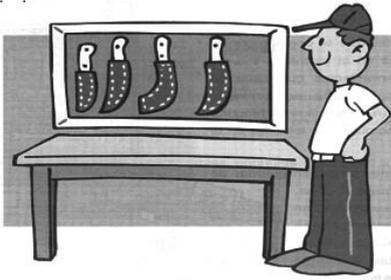
- 5- Los trabajadores deben usar gafas con lentes a prueba de impacto cuando realicen trabajos con esta herramienta.
- 6- Cuando los cortafríos se utilicen para quitar remaches, deben emplearse pantallas u otros tipos de protectores con el fin de evitar que los trabajadores que laboran en las vecindades puedan resultar alcanzados por la proyección de trozos o partículas.
- 7- Para proteger las manos de la acción del martillo en el caso de golpes por desviaciones, se recomienda insertar entre la cabeza del cortafrío y la mano del operario que lo sujeta, una almohadilla de esponja de goma u otro material que absorba el efecto del golpe.
- 8- La cabeza de los cortafríos se conservarán perfectamente limpias y libres de grasa o aceite.
- 9- El trabajo se efectúa siempre en sentido opuesto al cuerpo del trabajador, fijando adecuadamente las piezas pequeñas a labrar mediante prensa de tornillo.
- 10- Por ningún motivo se debe permitir que un operario sostenga con sus manos el cincel mientras otro golpea con un mazo. Para ello se deben utilizar pinzas de longitud adecuada para sostener el cortafrío.



J. CUCHILLOS

- 1- Los cuchillos estarán provistos, entre el mango y la hoja de protecciones de cuero, metal, etc, o de anillos para los dedos, a fin de evitar que durante el trabajo la mano pueda deslizarse hacia la hoja.
- 2- El corte debe hacerse alejándose del cuerpo el cuchillo. Si ello no es posible, el operario debe llevar un delantal fuerte de cuero u otra prenda que lo proteja.

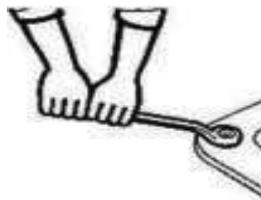
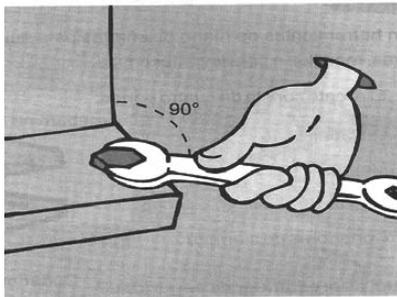
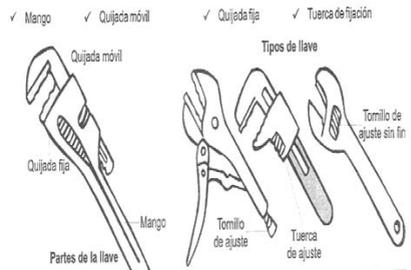
- 3- Los cuchillos nunca deben dejarse abandonados en los bancos de trabajo u otros lugares donde puedan caer y causar lesiones a los operarios. Cuando no se usan deben guardarse en un estante con los filos protegidos.
- 4- Para su transporte se debe contar con cinturones porta herramientas o fundas adecuadas.
- 5- A mayor filo del cuchillo menor riesgo para el operario.



K. LLAVES

- 1- Utilizar llaves de dimensiones apropiadas y que se adapten o puedan ajustarse perfectamente a las tuercas sin que sea necesario intercalar cuñas, clavos y otros objetos (calzos) entre aquella y las mandíbulas, pues se corre el peligro de que la llave resbale dando lugar a accidentes.
- 2- Las llaves ajustables, compuesta de una mandíbula fija y otra móvil, deberán ser utilizadas de tal forma que la fuerza de tracción se aplique al lado del mango en que se halla la quijada fija. La fuerza tiende así a forzar la mordaza móvil sobre la tuerca. Después de colocar la llave en la tuerca se aprieta la ruedecilla para mejorar la presión de agarre.
- 3- No empujar nunca una llave, sino tirar de ellas. Cuando, excepcionalmente, no haya más remedio que empujar la llave, debe hacerse con la mano abierta y utilizando la base de la palma.
- 4- El mango de cada llave será lo suficientemente largo para desarrollar el máximo de presión permisible. Cuando su longitud no permita ejercer el esfuerzo necesario para realizar el trabajo, no deben emplearse suplementos encajados en el mango para aumentar el brazo de palanca, dado que ello puede ser la causa de accidentes graves por rotura de la llave o del tornillo.
- 5- El perfil del mango debe ser de forma tal que reduzca al mínimo los peligros de deslizamiento de la mano.
- 6- Jamás se deben emplear las llaves como martillos o palancas.

- 7- Siempre que sea posible se evitará golpear las llaves con un martillo con el fin de aumentar el esfuerzo.
- 8- Las llaves deben de permanecer limpias, sin grasa y con las quijadas sin rebabas.
- 9- Los casquillos se mantendrán en su interior limpios de mugre o suciedad; así se conseguirá: asiento adecuado del tornillo o tuerca, distribución adecuada de la fuerza de acción en toda la cabeza del tornillo o tuerca y en la parte activa de la llave.
- 10- Las llaves para tubos, tanto rectas como de cadena, deben tener mordazas vivas, haciéndolas trabajar siempre a tracción.
- 11- Las llaves para tubos, no deben utilizarse en tuercas, tornillos, válvulas o accesorios de montaje de latón, cobre u otro material blando que pueda ser aplastado o deformado.

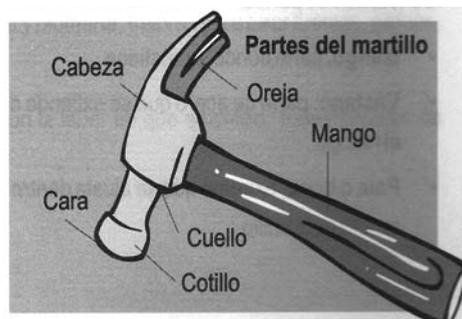


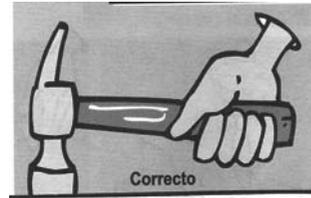
L. MARTILLOS

- 1- Seleccionar el tipo de martillo a emplear, principalmente en cuanto se refiere a su forma, dimensiones y peso.
- 2- Los mangos deben ser de madera resistente, no quebradiza y serán cuidadosamente encajados y sólidamente fijados en las cabezas. Rechazar todo martillo con el mango defectuoso. No tratar de arreglar un mango rajado.
- 3- El martillo se usará exclusivamente para golpear y se hará solo con la cabeza.
- 4- Las aristas de la cabeza han de ser redondeadas.
- 5- Asegurarse, antes de utilizar el martillo de que la cabeza está fija al mango.
- 6- Los mangos estarán siempre limpios de grasa.
- 7- Nunca se utilizará un martillo como palanca o para aflojar tuercas.
- 8- Para golpear superficies templadas se emplearán martillos de cabeza plástica o de madera.
- 9- Siempre que sea posible, al golpear un objeto con un martillo, éste debe agarrarse de tal forma que su superficie de choque o cara quede paralela con la de la pieza que recibe el golpe, ya que así se evitará el deslizamiento del martillo con el posible peligro de lesiones en la mano del operario.
- 10- Para introducir un clavo, principalmente cuando éste sea largo, hay que sostenerlo con los dedos pulgar e índice colocados cerca de su cabeza, nunca en su punta, ya que, de esta forma, al quedar un espacio libre por debajo de la mano, si se desvía el martillo los dedos serían desplazados y el golpe sería menos violento.
- 11- Nunca se lanzará un martillo a otra persona, se entregará cogido por la cabeza.
- 12- No comenzar a trabajar nunca con una herramienta cuya cabeza presente rebabas.
- 13- Se revisará periódicamente el estado de la herramienta, desechándola o reparándola si no se encuentra en buenas condiciones.
- 14- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o caretas.
- 15- Se dispondrán pantallas protectoras si en las inmediaciones se encuentran operarios trabajando.
- 16- Se usarán martillos cuya cabeza sea de bronce de berilio, madera o plástico, para labores en las cuales se presente el riesgo de incendio o explosión, reduciendo el peligro de chispas pero no eliminándolo. Es preciso inspeccionarlos cada vez que se vayan a utilizar, para asegurarse

de que no han recogido partículas extrañas que las originen al ser utilizadas.

- 17- Con el objeto de evitar la formación de rebabas en las cabezas y consecuentemente, la proyección de partículas, los martillos deberán ser de buena calidad y de material apropiado a la clase de trabajo que tenga que realizarse.
- 18- Una buena práctica es acoplar en el mango del martillo una cuerda, de tal modo que el obrero, al tener metido el brazo por dicho lazo, evita la caída de la herramienta e incluso su proyección si por cualquier circunstancia ésta pudiera escaparse de las manos del operario.
- 19- No se deben utilizar nunca martillos de acero sobre superficies de acero templado, cementado o cianurazo.
- 20- Para la extracción de un clavo de un pedazo de madera, puede utilizarse un bloque de madera colocado debajo de la cabeza con el fin de aumentar la acción de la palanca y reducir el esfuerzo aplicado sobre el mango.



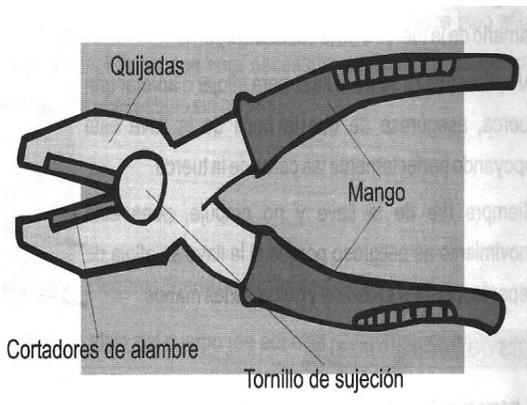


LL. ALICATES Y PINZAS

- 1- Siempre se debe elegir bien el tipo de herramienta a utilizar para mantener por presión las piezas sobre las cuales se tenga que realizar un trabajo, usándolas correctamente.
- 2- Como norma general estas herramientas no deben usarse para apretar o sujetar tuercas, tornillos, etc., ya que este trabajo debe ser siempre ejecutado con llaves expansibles.
- 3- Tampoco deben emplearse para sujetar en posición de trabajo piezas pequeñas cuando éstas tengan que ser sometidas a la acción de barrenos, taladros u otros trabajos violentos, en los que pueda existir el peligro de que la pieza sea arrastrada y en muchos casos, lanzada con violencia.
- 4- Cuando se trate de operaciones de prensado o estampado de piezas pequeñas, su sujeción debe realizarse con pinzas de formas especiales que, manteniendo las manos del operario alejadas de todo punto peligroso, aseguran la colocación de la pieza en el sitio preciso. Para estos trabajos no deben emplearse herramientas de metal duro, sino más bien blando (latón de preferencia) y sus bocas deben tener un perfil plano adecuado, con el fin de que si por descuido se introducen en la zona de trabajo y resultan alcanzadas por la máquina, ésta sufra el menor daño posible y el peligro de proyección quede reducido al mínimo.
- 5- Para sujetar piezas sometidas a esfuerzos de tracción o para mantener piezas pequeñas en el trabajo con esmeriles es aconsejable utilizar pinzas

de mandíbulas paralelas, ya que su acción es más eficaz y segura que las de tipo corriente.

- 6- Para cortar un alambre por medio de estas herramientas, es necesario mantenerlas en posición normal y ejecutar pequeños movimientos giratorios a su alrededor. Cuando se trate de alambres bajo tensión o de resorte es muy importante sujetar firmemente los dos extremos para evitar la proyección violenta de alguno de los trozos. Los obreros que realicen estos trabajos deben estar provistos de gafas a prueba de impacto.
- 7- No martillar los mangos de tenazas, cizallas o alicates para favorecer el corte, pueden romperse y saltar.
- 8- No utilizar los mangos como palancas.
- 9- No usarlas como martillos.
- 10- En trabajo de corte en que los recortes sean pequeños, es obligatorio el uso de gafas de seguridad, ya que los pedazos pequeños pueden saltar.



M. TENAZAS

- 1- No deben emplearse más que para arrancar clavos y para cortar alambres o piezas metálicas de resistencia media.
- 2- Como estas herramientas no aseguran una sujeción perfecta, no deben emplearse para asegurar piezas sometidas a esfuerzos que puedan provocar su proyección violenta. Por otra parte las piezas sufrirían machacaduras e incluso cortes que podrían dar lugar a proyecciones siempre peligrosas.
- 3- La forma de las tenazas deben ser estudiada de tal modo que, cuando estén cerradas, quede entre sus brazos espacio suficiente que evita el aprisionamiento de la mano del operario.
- 4- Las tenazas no deben ser utilizadas como martillos, dado que la convexidad de su superficie de choque conduciría inevitablemente a lesiones en las manos.
- 5- Los extremos de las empuñaduras estarán siempre redondeados, no se trabajará con ellas en las proximidades de circuitos eléctricos en tensión.
- 6- Para el corte de alambre se controlarán los extremos cortados y se utilizarán siempre gafas de seguridad.
- 7- No se deben utilizar como martillos ni martillar los mangos para favorecer el corte, no usar los mangos como palancas.

N. CEPILLOS, BROCHAS Y PINCELES

- 1- El mango debe estar bien sujeto, ya que si se suelta, la cola puntiaguda se clavará fácilmente.
- 2- Los cepillos metálicos no presentarán puntas retorcidas.
- 3- El mango del cepillo será de madera recubierta de cuero, caucho o tela, no dejando pasar las "cerdas" más que algunos milímetros.
- 4- No se colocarán cepillos en la caja porta herramientas si no van debidamente protegidos.

O. PUNZONES

- 1- Se utiliza para marcar el lugar en que debe realizarse un agujero, evitándose de esta forma que el taladro trepide o bambolee.
- 2- En todos los casos se utilizará la herramienta adecuada al tipo de trabajo, no destinándola a otros usos: palanca, martillo, etc, y fijando convenientemente las piezas a trabajar.
- 3- Durante su uso el operario deberá utilizar gafas de seguridad con lentes a prueba de impacto.



HERRAMIENTAS MANUALES MECANIZADAS

Tipos más usuales:

Las herramientas manuales mecanizadas cuyo uso está más generalizado son:

A Eléctricas:

- Taladro.
- Sierras.
- Soldadores.

B Neumáticas: no se analizan más que someramente, ya que salvo las de uso en construcción y obras públicas como martillos neumáticos, vibradores, etc., que forman capítulo aparte, sus riesgos son similares a las eléctricas.

C De combustión: Soldadores, impulsores y fija clavos.

Solo se analizarán los riesgos dependientes de la fuente de energía que se derivan de un mal uso de las herramientas, suponiendo que dichas herramientas están protegidas con respecto a los riesgos de la energía alimentadora.

Su uso requiere personal adiestrado pues su control, debido a la velocidad de funcionamiento y el riesgo que presentan, aconsejan manos diestras en el manejo.

Algunos tipos de herramientas portátiles, como los esmeriles, no serán analizados por considerarlas englobadas en otros temas más específicos.

HERRAMIENTAS MANUALES ELÉCTRICAS

Casi todas las herramientas pueden ser accionadas por energía eléctrica. El hecho de que la herramienta sea portátil limita poco su trabajo y potencia de modo que puede manejarse comúnmente por el hombre medio.

Las herramientas portátiles, accionadas por energía eléctrica de tipo correcto, utilizadas y mantenidas adecuadamente, pueden garantizarse como herramientas seguras a lo largo de toda su vida de utilización. Ahorran al hombre la mayor parte del esfuerzo físico, permitiéndole trabajar mucho más de prisa y con menos fatiga y realizar trabajos que no podría llevar a cabo sin ellas debido a su potencia.

La mayor productividad obtenida por la introducción y uso de las herramientas portátiles eléctricas, junto con su versatilidad, aseguran una firme demanda de más y más herramientas.

CONJUNTO HERRAMIENTA- ALIMENTACIÓN

Este sistema comprende tres elementos:

- a- La herramienta.
- b- El cable flexible que conecta la herramienta al suministro de energía y
- c- El suministro de energía propiamente dicho, que es el enchufe al que se conecta la clavija.

Herramienta

Las herramientas portátiles son generalmente compactas, con una o dos empuñaduras. Para el encendido y apagado van dotadas de un interruptor de tipo gatillo que se acciona con el dedo. Este interruptor puede mantenerse conectado por medio de un enganche que debe soltarse cuando se quiera parar el motor.

Las herramientas pueden estar previstas para un determinado uso, tales como sierras circulares, ventiladores, etc., o para múltiples usos, en cuyo caso está generalmente dotada de un cabezal en el extremo de accionamiento, al cual se adaptan brocas y ejes de diversos diámetros. Dichos ejes a su vez pueden accionar diferentes herramientas.

La herramienta debe ser de construcción robusta, ya que durante el curso de su vida, sufrirá de vez en cuando abusos en el modo de utilizarla.

Las herramientas portátiles (eléctricas) consisten esencialmente de un motor eléctrico universal con un rotor bobinado, alimentado a través de un colector y escobillas de carbón. El eje rotor acciona el cabezal a través de un mecanismo. En algunas herramientas se dispone de diversas velocidades. El motor y mecanismos están contenidos en una carcasa metálica o en una carcasa aislada y se denominan "blindados" o "totalmente aislados", respectivamente.

Herramientas eléctricas

Las descargas eléctricas constituyen el principal peligro de las herramientas accionadas eléctricamente. Los tipos de lesiones sufridas consisten en quemaduras por electricidad, pequeñas descargas que pueden originar caídas, así como sacudidas que pueden producir la muerte.

La gravedad de una descarga eléctrica no depende totalmente de la tensión de alimentación. La relación entre la tensión y la resistencia determina la cantidad de corriente que circulará y el grado de peligro consiguiente.

Es posible que una herramienta funcione con un defecto o con un corto circuito en el cableado. El empleo de un cable de masa (tierra) protege al operario en cualquier situación y resulta obligatorio para todas las herramientas eléctricas, excepto las que disponen de doble aislamiento.

Las plataformas aislantes, rejillas de caucho y guantes de caucho, proporcionan un factor adicional de seguridad cuando se emplean herramientas en lugares húmedos y sobre suelos mojados.

Otros sistemas de protección utilizados en las herramientas eléctricas son los siguientes:

- Protección con fusibles.
- Protección con interruptor.
- Integralidad del circuito a tierra.
- Herramientas totalmente aisladas.
- Herramientas de aislamiento doble.
- Herramientas de baja tensión.

Accionamiento

Las herramientas eléctricas portátiles son sencillas de accionar. Sin embargo, esta simplicidad en su accionamiento puede llevar a ser utilizadas por trabajadores no experimentados y ser la causa de lesiones.

Todas las personas que utilizan herramientas portátiles, deben entrenarse en su correcto uso y mantenimiento, que incluye la necesidad de:

- a. Mantener la herramienta firmemente con ambas manos.
- b. Retirar la clavija del enchufe cuando la herramienta no está en uso.

- c. Utilizar las protecciones disponibles y comprobar periódicamente su eficacia.
- d. Utilizar siempre la protección de ojos.

Bajo ningún motivo debe permitirse a una persona no entrenada trabajar con una de estas herramientas.

Mantenimiento

Para asegurarse de que las herramientas trabajan con eficacia y seguridad deben inspeccionarse, ajustarse y lubricarse a intervalos periódicos. Además, cada vez que se usa una herramienta, debe comprobarse el cable flexible y la clavija para asegurarse de que no tienen señales de deterioro.

Por lo menos una vez a la semana debe comprobarse la capacidad de paso de corriente del conductor de tierra para asegurarse de que, en una emergencia, pasaría una corriente anormal durante suficiente tiempo para accionar el dispositivo de protección del circuito. Por lo menos una vez cada tres meses, o más frecuentemente si el uso de la herramienta lo requiere, debe medirse la resistencia del aislamiento y registrarse el valor real. Por lo menos una vez cada seis meses, la herramienta, cable y clavija debe examinarse por completo para comprobar un posible desgaste, así como lubricarse. Deben guardarse los registros de estas inspecciones.

Defensas

La presencia de una herramienta de corte o abrasiva girando, desplazándose con movimiento alternativo o vibrando a alta velocidad, constituye un gran riesgo de accidente. Este riesgo es aún mayor cuando la herramienta es portátil. Consecuentemente, debe dotarse a la herramienta, siempre que sea posible, de una defensa eficaz. Esto se aplica especialmente a herramientas, tales como sierras, en las cuales, la parte inferior de la defensa está montada sobre resortes basculantes y permite que los dientes queden libres para el corte. La defensa vuelve a su posición por la acción recuperadora de los resortes, cuando la sierra termina su trabajo. La parte superior de la sierra también debe estar completamente protegida. En caso de rectificadoras portátiles, la defensa generalmente cubre alrededor de un tercio de la muela.

Descripción y clases:

Taladros

De uso muy extendido, es la herramienta portátil con la que más abusos se cometen. Su fácil manejo y apariencia inofensiva hacen que su manejo esté en la mayoría de los casos desprovistos de todas las medidas de prevención y protección. Sus partes fundamentales son el cuerpo, en cuyo interior va el motor propulsor, el mandril y la broca o herramienta propiamente dicha.



Sierras

Al igual que el taladro consta de un cuerpo metálico en cuyo interior se aloja el elemento motriz, de un eje de sujeción del útil y de la sierra propiamente dicha. Además debe estar dotada de guardas, una fija en la parte superior de la hoja y un resguardo móvil cubriendo la mitad inferior.

Soldadores

Herramientas para realizar soldaduras indirectas por medio de un metal de bajo punto de fusión que actúa a modo de cemento. Están compuestos de tres partes principalmente: el mango, la zona de calentamiento y la flecha o punta que es la parte activa.

Riesgos y causas

1- Electrocuación.

Causas.

- Herramientas en malas condiciones:
- Protecciones en mal estado o mal dimensionadas.
- Defectos en toma corrientes o cables.
- Defectos en conexión, cuando se utilizan cordones de extensión.

Medidas a adoptar.

De prevención:

- Se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, puesta a tierra no interrumpida, fusibles, disyuntores, transformadores de seguridad, etc.
- No se usará nunca una herramienta portátil desprovista de enchufe y éstos se revisarán periódicamente.
- Si es imprescindible el uso de cordones de extensión la conexión se hará de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los cables eléctricos de las herramientas portátiles se llevan a menudo de acá para allá, se arrastran y dejan tirados, lo que contribuye a que se deterioren con facilidad. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- La desconexión nunca se hará mediante tirón brusco y desde el enchufe a la herramienta.

De protección:

- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias: guantes aislantes (dieléctricos), alfombra aislante, etc.

2- Golpes, cortes, atrapamientos, caídas de altura, partículas en ojos.

Causas.

- Mal uso de la herramienta:
- Cambiar el útil con la herramienta conectada.
- Trabajar en alturas sin tomar precauciones.
- Falta de adiestramiento del operario.

Medidas a adoptar:

De prevención:

- A pesar de su apariencia sencilla, todo operario que maneje una herramienta portátil debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta par cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- La broca, sierra, etc., estará bien apretada y si se utiliza una llave para apretar, cuidar de quitarla antes de empezar a trabajar.
- El tiempo de funcionamiento de la herramienta debe ser controlado. El útil puede calentarse y romperse.
- No utilizar prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No inclinar la herramienta para ensanchar el agujero.
- Marcar con un punzón los puntos de ataque antes de empezar a taladrar.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.

De protección:

- Se usarán siempre gafas de seguridad.
- En todos los trabajos en alturas es necesario el uso de cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo, deben usar mascarillas adecuadas.

3- Quemaduras e incendios.

Causas.

- Mal uso de la herramienta.
- Falta de atención.

Medidas a adoptar.

De prevención:

- Nunca colocar el soldador sobre el cable aunque esté desconectado ya que la zona de calentamiento guarda el calor durante mucho tiempo.
- En los descansos colocar el soldador sobre un soporte especial.
- Nunca dejar conectado a la red un soldador al finalizar la jornada.

HERRAMIENTAS MANUALES NEUMÁTICAS

Las precauciones que se deben observar para el uso y cuidado de estas herramientas son similares a las medidas adoptadas con las herramientas mecánicas.

Manguera de aire

Una manguera de aire representa el mismo peligro de tropezar o de perder el equilibrio que los cordones de las herramientas eléctricas. Las personas o material que golpean accidentalmente contra ella pueden hacer perder el equilibrio al operario u originar la caída de la herramienta desde un lugar elevado. Las mangueras de aire dispuestas sobre el suelo deben protegerse contra las carretillas y peatones mediante una canal construida encima o mediante dos planchas colocadas en cada lado de las mismas. Es preferible suspender las mangueras sobre los pasillos y zonas de trabajo.

Es necesario advertir a los operarios en relación con la desconexión de la manguera de aire de la herramienta y el peligro de su utilización para limpiar las máquinas o quitar el polvo de las prendas. Las normas de seguridad establecen que no se utilice aire a presión superior a 2 Kg/cm² para la limpieza de máquinas, e incluso entonces debe utilizarse un eficaz equipo de protección personal contra fragmentos, tales como gafas de seguridad.

A veces se producen accidentes cuando se desconecta la manguera de aire y comienza a dar latigazos. Una cadena corta sujeta a la manguera y a la carcasa de la herramienta evitará estas consecuencias en caso de rotura del acoplamiento. En algunos casos, los acoplamientos deben disponer también de cadenas de este tipo entre las secciones de la manguera.

Antes de desconectar la manguera de la tubería de conducción de aire debe cerrarse el paso del mismo, así como liberarse la presión del aire del interior de la tubería de conducción.

Una válvula de retención de seguridad instalada en la tubería de aire en el colector interrumpirá automáticamente el suministro de aire si se produce una rotura en cualquier punto de la línea.

Si la formación de cocas o un excesivo desgaste de la manguera constituye un problema, ésta puede protegerse enrollando a su alrededor un alambre o banda metálica. Una objeción ha de hacerse a la manguera blindada y consiste en que puede aplastarse y restringir la circulación de aire.

Rectificadoras mecánicas neumáticas

Precisan el mismo tipo de protección que las rectificadoras eléctricas. Los cuidados del regulador de velocidad de estas máquinas son de particular importancia con el fin de evitar una aceleración excesiva de la muela.

Se recomienda realizar una inspección periódica, a cargo de personal calificado, cada vez que se cambie la muela.

HERRAMIENTAS DE IMPACTO NEUMÁTICAS

Tales como las pistolas de remachar y los martillos perforadores, son esencialmente iguales, en el sentido de que la herramienta se monta en la pistola y recibe su impacto de un pistón alternativo de movimiento rápido, accionado por aire comprimido a una presión de unos 6 Kg / m cuadrado.

Es necesario determinar los niveles de ruido producidos en estos casos para comprobar si es necesario emplear dispositivos protectores de la audición, con el fin de satisfacer el requisito de 85 Db(A) establecido por la legislación Colombiana (Resolución 1792 Mayo 3 de 1990, expedida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social).

Una buena regla de seguridad que debe inculcarse a todos los operarios de martillos neumáticos pequeños es la de no oprimir el disparador hasta que la herramienta esté sobre la pieza de trabajo.

Los operarios deben utilizar gafas de protección con lentes a prueba de impacto y si existen otras personas en las proximidades, se les debe proveer de una protección similar. En la medida de lo posible deben disponer pantallas para proteger a las personas que estén próximas a los lugares en que se utilicen rectificadoras, pistolas de remachar o taladros neumáticos.

Como es muy probable la existencia de un ruido excesivo, debe considerarse también el aislamiento en caso de una operación ruidosa, sustituyéndola por métodos más silenciosos o facilitando protección auditiva para todas las personas que puedan ser afectadas.

Dos repeladores deben trabajar en sentidos opuestos, es decir, parte posterior con partes anteriores, para evitar los cortes en el rostro resultantes de fragmentos despedidos. Los operarios no deben apuntar con un martillo neumático a nadie, ni situarse delante de quienes los manejan.

El manejo de martillos perforadores pesados origina fatiga y puede causar incluso lesiones. Las empuñaduras de los martillos perforadores deben tener asideros gruesos de goma para reducir las vibraciones y fatiga. Además, los operarios deben usar calzado de seguridad para reducir las posibilidades de sufrir lesiones debidas a la caída del martillo.

Muchos accidentes se producen por la rotura del taladro de acero, debido a que el operario pierde su equilibrio y cae. Asimismo, si el acero es demasiado duro, puede desprenderse una partícula del metal y golpearle. Es necesario seguir las instrucciones del fabricante sobre el afilado y templado del acero.

HERRAMIENTAS MECÁNICAS HIDRÁULICAS

Se utilizan en algunas industrias, principalmente en las de electricidad, en las que los obreros trabajan suspendidos de un dispositivo elevador aéreo accionado hidráulicamente. Un peligro en el uso de tal equipo lo constituyen las pequeñas fugas en la manguera hidráulica o alrededor de las conexiones. Han existido casos en que los operarios han puesto una mano sobre una fuga minúscula y se ha introducido aceite en un dedo por efecto de la elevada presión. Debe tenerse también cuidado en utilizar siempre una manguera fabricada especialmente para soportar la presión a que vaya a estar sometida, ya que una rotura puede causar graves consecuencias.

HERRAMIENTAS MANUALES DE COMBUSTIÓN

Soldadores

Aplican una llama directamente sobre el cemento de unión, que proviene de la combustión de la gasolina, acetileno, butano, etc. Consta fundamentalmente del depósito de combustible, el quemador que proyecta la llama, bien directamente sobre el cemento de unión o bien sobre una punta que se calienta y posteriormente se aplica al cemento de unión y el mango de sujeción.

Impulsores y fija clavos

Se denominan genéricamente "pistolas clavadoras" y "martillos clavadores" las dos versiones de estas herramientas, que aprovechan la potencia expansiva de los gases de un cartucho o impulsor, para introducir en un material duro un clavo de acero.

Se diferencian las "pistolas clavadoras" de los "martillos clavadores" en que la primera se aplica directamente sobre el clavo la fuerza expansiva de los gases, mientras que en la segunda esta fuerza es aplicada a un émbolo que impulsa el clavo. Este segundo tipo es menos peligroso que el anterior, ya que la velocidad con que el clavo llega al material es muy inferior en los "martillos clavadores".

Riesgos y causas

1- Quemaduras e incendios

Causas.

- Exceso de presión en el quemador.
- Falta de atención en el uso de la herramienta.

Medidas a adoptar.

De prevención:

- El exceso de presión solo contribuye a que la llama se alargue, evitando por lo tanto trabajar a excesiva presión.
- En los intervalos de no- utilización, dirigir la llama al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en espacios cerrados se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- Nunca utilizar las herramientas clavadoras en las proximidades de materias inflamables o explosivas.

2- Proyección de partículas volantes

Causas.

- Uso inadecuado de la herramienta:
- Utilizarla en esquinas, superficies curvas, materiales blandos o muy duros, etc. sin tomar las debidas precauciones.
- Desplazarse con la herramienta cargada.
- Utilizar cargas inadecuadas.
- Herramientas en malas condiciones:
- Desprovistas de guardas.
- Sin seguro o deteriorado.
- Imprudencia del operario:
- Falta de preparación.
- Negligencia.

Medidas a adoptar:

De prevención:

- Las herramientas clavadoras son en realidad un arma de fuego. Es por ello que las personas que emplean estas herramientas deberán conocer perfectamente su funcionamiento y posibilidades, tipos de carga a utilizar, etc.
- Emplear siempre la carga necesaria, según instrucciones del fabricante. Rebotes y perforaciones son debidos en muchos casos a cargas inadecuadas.
- Para clavar en esquinas adoptar siempre la distancia de seguridad (10cms mínimo).
- Para las "pistolas clavadoras" o herramientas de tiro directo, siempre que la velocidad de salida del clavo sobrepase los 100 metros por segundo, será obligatorio el uso de una campana protectora en la boca de 100 a 180 milímetros de diámetro. Este protector ha de ser solidario a la herramienta y no podrá separarse o seccionarse. En los "martillos clavadores" no es necesaria esta protección ya que la velocidad de salida es pequeña.
- Los clavos no deberán ser clavados:
 - En paredes o materiales fácilmente perforables.
 - En superficies curvas.
 - En lugares donde el protector no cubra por completo.
 - En materiales recubiertos de yeso, en aquellos que sean muy duros o elásticos y en los frágiles y quebradizos.
 - No hacer ninguna fijación sin que el protector deje ver las ya realizadas. Es posible que el clavo rebote en otro ya fijado.
- En ningún caso se apuntará la herramienta hacia una persona, ni se dejará de la mano estando cargada.
- Transportarla siempre boca abajo y descargada.
- Al realizar el disparo colocarse en la parte posterior de la herramienta, nunca en un lateral de esta.
- Mantener siempre en buen estado la herramienta.

De protección:

- Utilizar siempre con las herramientas clavadoras casco y gafas de seguridad para protegerse de las partículas que se proyectan.

3- Caídas a distinto nivel

Causa.

- Falta de protección del operario.

Medidas a adoptar.

De protección:

- Se habilitará de ser posible, andamiaje que den una total estabilidad a los operarios.
- Al trabajar sobre tablones, escaleras, etc., se usará el cinturón de seguridad.

CRITERIOS LEGALES DE REFERENCIA

En la legislación colombiana y concretamente en la resolución 2400 de mayo 22 de 1979, expedida por el Ministerio de la Protección Social, en el Título IX, Capítulo I artículos 355 a 370 se establecen las normas sobre herramientas de mano. Dicha legislación debe ser consultada por el lector.

En la misma resolución, en el capítulo II Artículos 371 a 386, se establecen las normas sobre herramientas de fuerza motriz.

EQUIPOS Y ELEMENTOS A PRESIÓN

Son muchos los accidentes y fallas en equipos por desconocimiento de lo que significa la presión, en un gas o vapor, por parte de los obreros y público en general.

La presión se define como la fuerza ejercida perpendicularmente a una superficie por un fluido, por el peso o el empuje de un sólido. En el seno de un fluido, fuerza que el mismo ejerciera perpendicularmente y por unidad de superficie, sobre la cara de un sólido inmerso en el mismo.

La presión en general se mide en libras por pulgada cuadrada (Psi), en Newton por metro cuadrado (Pascal), en Bar (10^5 pascales), en atmósferas, en milímetros de columna de mercurio, agua, etc., todo dependiendo del sistema de unidades empleado.

Muchos accidentes industriales han ocurrido al abrir una válvula o conectar un equipo, porque el operario no analiza la relación entre atmósferas de presión y los Psi.

Industrialmente, es común trabajar con PSI o libras por pulgada cuadrada, siendo una atmósfera normal equivalente a 14.7 Psi, otras relaciones importantes son:

$$1 \text{ Atmósfera (at)} = 1.033 \text{ Kgf/cm}^2 = 1.013 \text{ bar} = 760 \text{ mm Hg.}$$

$$1 \text{ bar} = 14.5 \text{ Psi} = 10^5 \text{ pascales}$$

Toda substancia que normalmente es líquida puede pasar al estado de vapor si se le suministra el calor suficiente (calor de vaporización) a una presión determinada.

Es apreciable la relación directa que existe entre la presión y la temperatura en el proceso de evaporación de un líquido. Durante este proceso, gracias al suministro de calor se realiza el cambio de fase permaneciendo la presión y la temperatura constantes y se denomina presión y temperatura de saturación (P_s y t_s).

En el momento en que el líquido alcanza su temperatura de saturación se denomina líquido saturado y cualquier cantidad de calor que se le suministre inicia su cambio de fase, el cual no es instantáneo sino paulatino, ya que cada litro de agua que vaya cambiando exige cierta cantidad de calor para permanecer como tal (calor latente de vaporización). Esto explica por qué durante este proceso aunque se sigue suministrando calor, la temperatura (t_s) sigue constante, y como cada t_s corresponde a una P_s ésta también permanece constante.

Una vez iniciado el proceso de evaporación, la cantidad de líquido disminuye a medida que aumenta la cantidad de vapor; mientras exista cualquier cantidad de líquido, el vapor producido se denomina vapor saturado húmedo. En el momento en que no exista ninguna partícula de líquido, el vapor se denomina vapor saturado seco y cualquier cantidad de calor que se siga suministrando, hace que éste vapor se recaliente, aumentando de nuevo la temperatura.

La entalpía es la cantidad de energía que un fluido posee por unidad de masa (BTU/lb o Kcal/Kg).

La entropía es la medida del desorden o excitación molecular en el fluido y relaciona la cantidad de energía que éste posee respecto a su masa y temperatura. Normalmente se expresa por unidad de masa y por grado (BTU/lb * °F o en Kcal/Kg °C).

A medida que aumenta el vapor y disminuye la cantidad de líquido aumenta la calidad del vapor, así un vapor con 100% de calidad es saturado seco y uno con 85% está aún en la zona húmeda es decir todavía posee líquido mezclado con él.

Una vez todo el líquido se halla en estado de vapor, y no hay nuevo suministro de él, la presión comienza a aumentar y el vapor a recalentarse. Estas condiciones de alta presión y temperatura, constituyen el máximo peligro en evaporadores cerrados como es el caso de las ollas a presión, si su válvula se obstruye.

Cuando existe alimentación continua de líquido y consumo continuo de vapor, la presión y temperatura se pueden mantener constantes como sucede en las calderas. Si la formación de vapor es más rápida que el consumo, la presión aumenta y viceversa, esto exige por tanto una regulación automática de la caldera o generador de vapor.

Es de recordar, si la presión y el calor por si solos son peligrosos, juntos son aún más y ésta es la característica del vapor utilizado industrialmente.

a. Nociones generales sobre calderas

Permiten la producción de vapor de agua, que se empleará como fluido portador de calor o fluido motriz.

Las instalaciones que requieren vapor y por tanto emplean algún tipo de caldera son:

- Instalaciones de potencia
- Instalaciones industriales.
- Instalaciones de calefacción.
- Instalaciones mixtas.

Las de potencia emplean vapor de alta presión y temperatura con el fin de generar corriente eléctrica mediante un grupo turbina- generador.

Las industriales emplean presiones y temperaturas medias o bajas según las exigencias de los equipos que usan el vapor.

Las de calefacción usan bajas presiones, con el objeto exclusivo de calentar y ventilar habitaciones, salas de trabajo, de cine, etc.

Las mixtas al mismo tiempo que permiten generar potencia ceden vapor para procesos industriales en forma simultánea.

De acuerdo con su capacidad y forma en que fueron construidas las calderas pueden ser:

Pirotubulares: puesto que el fuego y los humos circulan por dentro de los tubos y la evaporación se lleva a cabo en la parte exterior de estos. Son generalmente de media o baja capacidad y presión.

Acuotubulares: ya que el agua y el vapor generado circulan por el interior de los tubos. El fuego y los humos transmiten su calor desde el exterior hacia el interior de ellos. Son generalmente de mediana o alta presión y capacidad.

Baja presión hasta 15 bar, mediana presión entre 15 y 30 bar, alta presión de 30 a 140 bares y muy alta presión de 140 a 220 bares. Pequeña capacidad hasta 6 m³ /h, mediana de 10 a 75 y grandes de 100 a 420 m³ /h de agua evaporada.

En las industrias y hospitales las calderas más utilizadas son las pirotubulares de bajas presiones y capacidades y muy pocas veces de características medianas, en cuyo caso son acuotubulares.

b. Nociones generales sobre recipientes a presión

Están destinados al almacenamiento de líquidos, gases o vapores a altas presiones. El material utilizado y los controles exigidos, dependen del fluido almacenado y de la temperatura a que se hallen sometidos.

La forma cilíndrica o esférica, las uniones soldadas o remachadas, el espesor de la pared, el tipo de material usado, los soportes, tapas o bocas, conexiones etc., se rigen por la Boiler Pressure Vessel Code.

Normalmente se cometen muchos errores en la selección, construcción y empleo de tanques a presión pues no se toma en cuenta las características corrosivas u oxidantes de los fluidos almacenados, la evaporación natural y por tanto la sobrepresión que algunos fluidos puedan generar, su carácter tóxico o explosivo, la sensibilidad del fluido a los cambios bruscos de temperatura y por último el medio ambiente crítico en que puedan quedar situados.

En general aunque los usos son muy diversos, desde tanques para oxígeno, gases explosivos, compresores, autoclaves, domos de vapor en calderas, etc., todos se rigen por el mismo código y deben poseer su indicador de presión y en algunos casos de temperatura.

La capacidad de estos tanques es muy variable y dependen del uso que se les de industrialmente. El material puede ser desde aluminio con paredes gruesas, hasta acero inoxidable, pasando por cobre, hierro fundido o colado, etc.

c. Nociones generales sobre autoclaves

En forma general, son tanques de presión casi siempre en forma cilíndrica y provista de una puerta o compuerta en uno de los extremos y puede cerrarse herméticamente durante la operación. Son construidos con suficiente resistencia para aguantar presiones de vapor desde baja a gran magnitud. Se usan industrialmente para efectuar procesos controlados, tales como reacciones químicas a alta temperatura y presión, como en el caso de vulcanización del caucho con vapor, en estudios de comportamientos biológicos; en productos cárnicos, cosméticos, esterilizaciones, calentamientos, etc.

Los tamaños varían desde modelos para laboratorios hasta unidades de producción industrial. Estos últimos van provistos de baffles, para lograr una distribución igual del vapor que entra.

La configuración vertical u horizontal del tanque, el aislamiento o no de él, los forros metálicos exteriores, las boquillas de entrada de vapor y salidas de condensado, la fuente de vapor incorporada o no, son características particulares de los fabricantes, pero la forma de operación, controles y normas de seguridad son las mismas en todos los casos.

Por lo general los autoclaves utilizados en esterilización, calentamiento, laboratorios y en la gran mayoría de procesos, emplean presiones de vapor del orden de las 15 a 25 psi y temperaturas entre 180 a 400°F y solo en algunos procesos muy especiales, condiciones críticas superiores. Sin embargo pueden venir diseñados para presiones de 175 Psi o más.

El vapor utilizado en estos equipos es casi siempre húmedo, aunque con una calidad bastante alta, y provenientes de una caldera pirotubular o de su propio generador si lo trae incorporado.

Cuando el autoclave trae su propio generador de vapor el calentamiento puede ser eléctrico, o quemando gas, en cuyos casos se deben tener en cuenta algunas normas anexas de seguridad.

La mayoría de los autoclaves modernos para esterilización vienen con su ciclo de secado con control de temperatura, humedad y tiempo, que al regularse optimiza la operación.

Es importante anotar que existen esterilizadores de aire caliente, que por no originar condensados como el vapor, mantienen más limpia la cámara ya que se evita el depósito de impureza arrastradas por el vapor húmedo procedente de aguas no tratadas.

OPERACIÓN Y CONTROL

a. En calderas y equipos

Para apreciar la importancia del buen mantenimiento y control de una caldera se presenta la siguiente lista de elementos de control y accesorios que pueden originar fallas y accidentes:

- Manómetros (control de presión)
- Pirómetros (control de temperatura)
- Filtros y válvulas reguladoras de combustible.
- Conjunto del compresor de aire y combustible.
- Bombas de agua y combustible.
- Válvulas de seguridad.
- Niveles de agua en caldera y tanque de agua de alimentación.
- Conjunto del quemador.
- Bobina y válvulas solenoide.
- Estado del refractario.
- Estado de la tubería en la caldera.
- En la parte de controles:
 - El gabinete de control.
 - Control de encendido.
 - Arrancadores de los motores.
 - Moduladores de presión.
 - Automático de alimentación.
 - Fusibles.
 - Vaporstato.
 - Presuretroles.
 - Electrodos y cables de ignición.
 - Explorador firetrón.
 - Motor modulador.
 - Transformador.

Teniendo en cada elemento mencionado varios accesorios incorporados, la posibilidad de falla es bastante alta, si no existe una persona conocedora que continuamente esté revisando su estado y operación.

Los programas de mantenimiento y revisión deben ser bien ejecutados y se establecen según capacidad y operación de la caldera y los equipos.

La revisión debe ser mensual, trimestral o semestral por personal experto, y si hay operario, éste debe chequear continuamente el buen funcionamiento de los sensores y controles.

Los equipos que emplean el vapor deben mantener en perfecto estado de funcionamiento sus sensores de presión (manómetros), de temperatura (termostatos, termocuplas o termómetros), lo mismo que las trampas de vapor, filtros y válvulas en línea de recuperación del condensado.

b. En autoclaves

El operario antes de abrir la válvula de acceso de vapor debe cerciorarse y estar seguro de:

- Que todos los elementos sometidos al proceso están bien colocados y no obstruyan o se encuentren muy cercanos a las boquillas de ingreso del vapor o aire caliente.
- Que el manómetro y el sensor de temperatura (cuando lo tiene) operen correctamente.
- Que no exista depósito de condensado (agua) en el fondo pues puede ser indicio de que la línea de desfogue o de retorno opera mal, ya sea por la obstrucción o porque la trampa no funcione bien.
- Que la válvula de salida de condensado esté abierta, para que la trampa opere (si la tiene).
- Que la puerta cierre herméticamente.
- Que no existan picaduras (porosidades) apreciables en las uniones soldadas, tanto longitudinales como circunferenciales.
- Que el tiempo de proceso sea el estipulado y se controle perfectamente ya sea de forma manual o automática (timer).

Cuando se realizan procesos delicados, es importante que el operario aprecie lo que significa una caída o aumento de presión, según el sistema de medidas empleado y esté en capacidad de corregirla.

Las autoclaves que traen incorporado su propio generador de vapor exigen además de lo anterior, un control sobre el aislamiento de los cables. Un deterioro en el aislamiento de los cables eléctricos puede originar corto circuito y parar el proceso, además de ser muy peligroso para el operario ya que todo el sistema es metálico, por tanto, los fusibles deben estar siempre en buen estado.

Si hay fugas de condensado hacia la caja de conexiones eléctricas, debe corregirse lo más pronto posible, pues deteriora el aislante y oxida las conexiones.

El tanque del generador nunca debe quedar vacío, para lo cual basta con observar el nivel de agua que trae incorporado.

Si no son eléctricos y usan gas, el tanque debe estar en una sala contigua y las válvulas en las líneas funcionando perfectamente para evitar fugas que puedan ocasionar una explosión.

La mayoría de los procesos industriales que emplean autoclaves utilizan vapor saturado húmedo por lo cual si el agua en la caldera no es tratada, el vapor arrastra consigo muchas impurezas en suspensión (lodos) que aunque no perjudican al material inoxidable del equipo si pueden causar problemas al proceso. Para evitar esto, muchas industrias utilizan recalentadores eléctricos del vapor y lo llevan así al autoclave u otros equipos en cuyo caso éstos deben poseer un atemperador o un saturador con el fin de tumbarle el exceso de temperatura. Los operadores deben conocer estos equipos y hacerles el mantenimiento respectivo.

Los lodos arrastrados por el vapor húmedo son generalmente sulfato de hierro y sustancias orgánicas, que muchas veces perjudican el proceso, especialmente la esterilización. Por ésta razón la cámara del autoclave debe estar perfectamente limpia antes de cada proceso.

c. Distribuidores y válvulas

Un distribuidor de vapor es prácticamente un tubo al cual llega el vapor de la caldera y del cual salen las distintas tomas independientes para los equipos; cada una con su respectiva válvula.

La importancia del distribuidor, es que desde la misma sala de la caldera se regula la presión y el caudal de vapor para cada equipo, se evita una línea de vapor vivo (presión y temperatura altas) demasiado extensa, con lo cual se aumenta la seguridad.

Con este sistema la protección de los equipos es doble, pues el vapor se regula a la salida del distribuidor y a la entrada del equipo.

El sistema también protege los procesos en forma individual pues si falla la red principal, se paran todos los equipos, mientras que con el distribuidor solo parará aquel equipo cuya red en particular falle.

Todas las válvulas de las distintas líneas, deben operar bien, y cada operario debe conocer el estado de ellas, pues por oxidación se puede dificultar el control en un caso de emergencia.

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

La seguridad del personal general y de los operarios parte del conocimiento que estos tengan de las posibles fallas y del programa de mantenimiento que se siga.

Calderas

Comprende: sala de calderas, redes de vapor y combustibles.

La seguridad de la caldera comienza desde el mismo ensayo de aceptación. Al recibirse una nueva unidad se hace necesario antes de la prueba un acuerdo entre el comprador y el vendedor sobre los métodos y normas a utilizar, especificando claramente las condiciones de operación, puntos de medición, combustibles a utilizar, información sobre gráficos y curvas de corrección que se deben emplear de acuerdo a la normativa.

Antes del ensayo oficial de la caldera, esta debe operar bajo condiciones estables durante algunas horas (cuatro a seis) como recomendación de la norma.

Los ensayos de aceptación son normalmente realizados a cargas específicas de 100%, y 80%. En la práctica sin embargo, la demanda de vapor puede ser menor que el especificado, en tales casos el ensayo se debe realizar en condiciones de máxima salida a los equipos.

Para seguridad, las normas establecen las siguientes dimensiones mínimas para la ubicación de las calderas pirotubulares en la sala de máquinas:

130 a 150 centímetros al techo, medidos desde el elemento más alto de la caldera.

Por el frente de la caldera una longitud igual a la de los escobillones usados para la limpieza, que es igual a la longitud de los tubos. Si la limpieza es por la parte posterior, este espaciamiento debe quedar a dicho lado.

El espacio mínimo de accionamiento lateral para el operario, o sea los otros tres lados de la caldera, tanto para inspección como mantenimiento, la norma recomienda que debe ser de 152 centímetros.

La distancia mínima entre los materiales combustibles y la caldera, según su presión y potencia de operación se dan en la siguiente tabla:

	No más de 15 Psi en pulgadas	No más de 50 Psi o 10 HP en pulgadas	Más de 50 Psi o 10 HP en pulgadas
Parte superior	6	18	48
Lados	6	18	36
Parte delantera	6	18	36
Frente	48	48	96
De chimenea	18	18	36

Debe recordarse que éstas son distancias mínimas, además de esto, la seguridad exige que entre la caldera y cualquier depósito de combustible, exista siempre una pared o separador con el fin de aislarlo y protegerlo de cualquier fuego eventual.

La seguridad de la caldera exige durante su revisión los siguientes chequeos como mínimo por parte de quien lo hace.

- Que los quemadores piloto y principal funcionen perfectamente para que no vaya a depositarse combustible sin quemar.
- Que la atomización del combustible sea correcta
- Que no hallan fugas por mala empaquetadura en las bombas de agua y combustible.
- Que el retorno de la bomba de combustible opere correctamente.
- Que los filtros de combustible operen.
- Que las válvulas de seguridad disparen a la presión a que estén graduadas (no estén pegadas)
- Que los controles de nivel (flotadores) no estén bloqueados.
- Que las válvulas solenoides del combustible operen con la graduación debida.
- Que las correas del soplador estén en perfecto estado (si las hay).
- Que la relación aire combustible sea correcta.
- Que todos los sensores de presión y temperatura den la señal correcta.
- Que los tubos de la caldera no estén perforados o con demasiadas incrustaciones y oxidación.
- Que no halla fugas de humo por las tapas hacia la sala.

- Que el refractario y los espejos estén en perfectas condiciones.
- Que todos los controles que operan con corriente, tengan la graduación debida y reciban la correspondiente señal eléctrica, especialmente el motor el presuretrol, el sistema de alimentación y los sensores termostáticos.

Las redes de vapor deben permanecer perfectamente aisladas, generalmente con cañuelas de fibra de vidrio, ya que una tubería pelada puede ocasionar quemaduras, además de producir pérdidas excesivas de calor, disminuyendo su calidad.

Una vez terminada la operación de un equipo y parado el sistema, el vapor que queda en las tuberías se condensa y debe ser extraído, esto se logra con las trampas, que deben estar situadas en la parte inferior de los equipos o en el extremo más bajo de la tubería, ya que éstas deben tener una inclinación (1 o 2 grados) hacia el sitio donde ellas se encuentran.

El agua de condensado debe siempre retornarse a la caldera, pues es agua tratada que ayuda a la conservación. Esta agua generalmente caliente llega inicialmente al tanque de alimentación realizando una especie de precalentamiento que favorece la evaporación y ahorra dinero en agua y combustible.

La tubería que conduce combustible, vapor, aire o agua deben ser diferenciadas perfectamente por el personal que labora en sus cercanías. Esto ayuda a su protección y evita accidentes. La diferenciación se hace con base en colores así:

- Negro y amarillo para el combustible.
- Rojo para el vapor (o plateado en muchos casos)
- Verde para el agua.
- Azul para el aire a presión.

CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS DE PROTECCIÓN EN RECIPIENTES A PRESIÓN

Al diseñarse y construirse estos tanques, se establece su presión máxima de almacenamiento y el material usado, lo cual es dado por el fabricante.

Tanque esférico: $t = PR / 2SE - 0.2 P$

t = mínimo espesor aceptable de la pared.

P= presión de diseño recomendada por el fabricante en Psi.

R= radio interno del tanque nuevo (antes de la corrosión).

S= valor del esfuerzo máximo aceptable, dado por el fabricante o extractado del código según la capacidad y presión del tanque en Psi.

E= eficiencia de la unión soldada o remachada. Normalmente se toma $E=1$ si es técnicamente bien hecho y se disminuye gradualmente si se realiza como reparación en cualquier taller (hasta 0.4 ó 0.6).

Finalmente el operario debe constatar el buen funcionamiento de los manómetros conectados y las válvulas de seguridad.

Peligros que se corren por incumplir normas

Toda persona en las plantas de cualquier tipo, debe ser conciente de los peligros a que está sometido o somete a los demás, si no cumple las normas básicas de seguridad.

Una caldera y un tanque de presión, incluyendo los autoclaves puede llegar a fallar o explotar por exceso de presión del vapor o del gas.

En una caldera la explosión puede presentarse también debido al combustible no quemado que se deposita en su interior por falla en el sistema de encendido.

Los escapes de vapor en equipos y tuberías debidos a mal mantenimiento, o mal funcionamiento de las uniones, puede llegar a quemar gravemente o matar a la persona que lo reciba; una mala regulación de la combustión además de producir pérdidas económicas, crea un exceso de contaminación por descargas exageradas de gases calientes al medio ambiente.

Un estancamiento de condensado en las tuberías, y equipos por mal funcionamiento de las trampas puede originar un golpe de ariete que en muchos casos destruye la tubería y los equipos.

Un cierre demasiado brusco de una válvula de vapor, puede originar cavitación en la tubería o algún equipo; contribuyendo a debilitar el material y destruirlo.

Los gases utilizados corrientemente en las plantas industriales se distribuyen en cilindros presurizados. Los gases se suministran en esta forma porque se pueden transportar, almacenar y distribuir más gas en el lugar de trabajo, a alta presión que a presión atmosférica.

Si no se usan correctamente, los gases a alta presión pueden ser peligrosos. Un problema lo constituye la presión y otro el volumen. Las reacciones de oxidación ocurren más rápidamente en oxígeno puro que al aire libre.

La naturaleza del gas almacenado crea un tercer problema. Los combustibles arden. El oxígeno mantiene la combustión. El anhídrido carbónico tiene características especiales. Un cilindro de argón inerte, con un pequeño escape, puede consumir el oxígeno de un recinto o lugar de trabajo hasta el extremo de producirles asfixia repentina a las personas que entren allí.

Los gases llegan a la planta en diversas formas y en distintos tipos de envases. El gas natural, por ejemplo, llega por medio de una tubería de distribución a baja presión. Los gases naturales licuados, tales como el propano y el butano, llegan en forma de líquidos a temperatura ambiental, en cilindros de baja presión. El metil acetileno propadieno, estabilizado (MAPP) se suministra en forma de líquido a temperatura ambiental, a presión moderada (alrededor de 94 psig). La mayoría de los gases, a temperatura ambiental y baja presión, son combustibles y por tanto inflamables. Hay una serie de requisitos especiales para su manejo seguro.

El nitrógeno, el argón, el hidrógeno y el helio, entre otros, se suministran en forma gaseosa, en cilindros de alta presión, o pueden despacharse en forma de líquidos súper enfriados (criogénicos), en recipientes altamente aislados. A presión atmosférica, estos gases se licuarán únicamente a temperaturas muy bajas.

El dióxido de carbono (CO_2) puede suministrarse en forma sólida, líquida o gaseosa. Esto es excepcional, porque se solidifica directamente de su estado gaseoso a -109°F (-70°C), y a presión atmosférica. El CO_2 líquido no puede subsistir si no está a temperatura inferior a 87.5°F (38.8°C) y, simultáneamente, a una presión de por o menos 60.4 psig. Las condiciones normales en un tanque de almacenamiento de CO_2 líquido son generalmente de 0°F (18°C) y 300 psig.

El gas carbónico se solidifica cuando es liberado rápidamente por el regulador de un cilindro frío. Al bajar súbitamente la presión, el regulador se congela. El óxido nitroso se comporta de manera similar. En ambos casos se necesitan reguladores para los cilindros. Estos deben ser calentados eléctricamente, a fin de evitar que el gas y el regulador se congelen.

El acetileno también requiere cuidados especiales. Como líquido, es químicamente inestable y explotará a la más leve sacudida. El acetileno puro licuado no se utiliza nunca en operaciones convencionales en las plantas, pero el acetileno gaseoso puede ser seguro mientras se sigan normas especiales para su manejo y almacenamiento. El gas acetileno es peligroso a presiones de entrega superiores a 15 psig.

La letra "g" en la designación de presión "psig" se refiere a la medida de la presión en libras por pulgada cuadrada en el manómetro del regulador del cilindro. El manómetro mide el gas en el cilindro a una presión superior a la presión atmosférica externa. Si el manómetro marca cero y el cilindro se encuentra a nivel del mar, el cilindro aún contiene gas a 14.7 psi de presión absoluta. En consecuencia la primera regla de seguridad para el manejo de gas comprimido es: UN CILINDRO VACÍO NUNCA ESTÁ SIN GAS. Las mismas reglas para su manejo se aplican en este caso o en el de un cilindro lleno del mismo gas.

Toda válvula tiene un dispositivo de seguridad, diseñado para liberar presión si la del cilindro aumenta demasiado. Si la válvula de un cilindro de gas de alta presión llega a desprenderse, el contenido del cilindro saldrá en chorro por un orificio aproximadamente del diámetro de un lápiz. El gas que escapa podría tener la fuerza propulsora suficiente para convertir el cilindro en un cohete, lo cual dependería del tamaño y peso del cilindro.

REGLAS GENERALES PARA EL MANEJO

- Sujete siempre con cadenas los cilindros de gas, en posición vertical, a una pared, carretilla para cilindros, reja o poste para cilindros. La regla no se aplica a establecimientos donde se llenan los cilindros.
- Póngale siempre la tapa al cilindro cuando éste no se encuentre en uso y cuando vaya a ser transportado.
- Nunca levante un cilindro por su válvula o su tapa, ni utilice cadenas, cabestrillos o imanes. Si se requiere una grúa para mover varios cilindros, éstos deben asegurarse en una plataforma o soporte.
- Nunca debe ser movido un cilindro por medio de arrastre. Incline el cilindro hacia un lado y hágalo rodar sobre su borde inferior.
- Nunca coloque cilindros en corredores, pasillos o áreas de trabajo en donde pudieran ser golpeados por vehículos montacargas o por objetos que caen.
- No emplee los cilindros a manera de patas de mesa ni para sostener otros objetos.
- Para aflojarla, nunca martille ni fuerce con palanca o cuña una válvula de cilindro trabada o congelada y nunca utilice una llave con este fin. Si la válvula no abre a mano llame al distribuidor del gas.
- No deje caer los cilindros.
- No permita que grasa, aceite u otros materiales combustibles unten parte alguna del cilindro. Esta norma es especialmente importante en el caso de

- cilindros de oxígeno. La grasa o el aceite, que se oxidan muy lentamente al aire libre, se incendian en oxígeno puro.
- Nunca utilice un cilindro sin antes comprobar que el gas que contiene esté claramente marcado sobre él o indicado en una calcomanía. El alterar o borrar el nombre, números u otras marcas en un cilindro de gas es ilegal y peligroso.
 - No confíe en el color de un cilindro para identificar el gas que contiene. Los proveedores emplean distintos códigos de color. Devuelva al proveedor todo cilindro no identificable.
 - Mantenga los cilindros alejados de circuitos eléctricos y del calor excesivo. Los cilindros están hechos de acero y, por tanto, son conductores de la electricidad.
 - Nunca entierre un cilindro ni lo coloque cerca de un conductor de electricidad, inclusive conductos, tubería sanitaria o cualquier otro elemento que pudiera tener corriente eléctrica inducida.
 - Nunca forme arco ni pruebe sobre un cilindro un electrodo para soldar.
 - Mantenga los cilindros alejados de chispas, escoria caliente o metal derretido que resulten de trabajos de soldadura, corte, fresado o fundición. El uso o almacenamiento de cilindros en sitios donde puedan calentarse a más de 130 °F (54°C) viola las normas. Mantenga los cilindros a la sombra. Los gases se expanden al calentarse. Mientras más se calienta un cilindro, más aumentará la presión del gas.
 - Si un cilindro que ha sido almacenado a la intemperie se congela y se pega al suelo, use únicamente agua tibia para despegarlo. Si la válvula está congelada, emplee únicamente agua tibia para descongelarla, o lleve el cilindro adentro y déjelo descongelar a la temperatura del interior.
 - Si un cilindro tiene un escape, márquelo y póngalo fuera del edificio, alejado de todas las fuentes de ignición. Coloque sobre él avisos de peligro y manténgalo bien alejado de otros cilindros. Llame al proveedor de cilindros o al distribuidor del gas.
 - Utilice siempre el regulador apropiado para el gas del cilindro. Los reguladores de gas reducen la presión dentro del cilindro hasta un nivel seguro para el uso. Están concebidos para ser utilizados con gases específicos dentro de límites de presión preestablecidos. Gases diferentes tienen densidades diferentes. El resorte que va dentro del regulador está hecho para proporcionar una corriente de consumo adecuada para cada tipo específico de gas. El uso de un regulador equivocado puede hacer que algunos gases (acetileno, gas MAPP, oxígeno) reaccionen con los materiales que hay dentro del regulador.

- Revise siempre el regulador antes de colocarlo en un cilindro. Si las conexiones no encajan fácilmente, ello indica que se está utilizando un regulador equivocado. Las roscas dañadas en la tuerca de conexión o en la salida de la válvula también pueden dificultar la conexión del regulador y aumentan las posibilidades de que se produzca un escape.
- La mayoría de los accidentes al soldar o cortar con llama de gas son causados al momento de armar y desarmar en forma incorrecta el equipo. Deben seguirse ciertos procedimientos, en orden preciso de sucesión.
- Manipule siempre la válvula del cilindro (ábrala ligeramente y ciérrela de inmediato) antes de colocar un regulador de gas en cualquier cilindro, excepto en los de hidrógeno o de gas combustible. Esta medida saca cualquier mugre que pueda haber en la salida de la válvula y evita que entre mugre al regulador. Cuando esté manipulando la válvula, no se pare frente a la salida de ésta ni la dirija hacia alguien.
- Asee la salida con un trapo limpio, seco y sin pelusa, una vez manipulada la válvula del cilindro. Las roscas y superficies de acople del regulador y las conexiones de las mangueras deben asearse también antes de colocar el regulador.
- Para apretar la tuerca del regulador y las conexiones de las mangueras utilice siempre una llave para cilindros, u otra llave con muy buen ajuste. Defectos de conexión, causados por roscas y uniones sucias o dañadas, producirán escapes cuando se utilice el cilindro.
- No manipule las válvulas de cilindros de hidrógeno y gas combustible. Límitese a asear las conexiones de salida con un trapo limpio, seco y sin pelusa. El hidrógeno es altamente inflamable y arderá si es liberado al aire muy rápidamente. El hidrógeno quema con llama incolora, casi invisible. Puede ocurrir que no se vea el hidrógeno encendido que sale de un cilindro, pero se sentirá.
- Asegure firmemente el regulador antes de abrir totalmente la válvula.
- Párese a un lado del regulador cuando abra la válvula del cilindro. Los cilindros de oxígeno con reguladores ya instalados deben abrirse siempre lentamente.
- Antes de encender el soplete debe comprobarse si hay oxígeno en la tubería de gas combustible, o (gas no combustible) en la tubería de oxígeno. Una vez colocados y probados los reguladores, mangueras y equipo de soldadura o corte, con agua jabonosa verifique si hay escapes. Antes de comenzar el trabajo deben purgarse todas las tuberías.
- Utilice siempre mangueras, "manifolds" y reguladores de gases para lo cual fueron fabricados.

- Nunca cuelgue herramientas, guantes, ropa o encendedores de chispa sobre los cilindros.
- Deben seguirse determinados procedimientos al retirar el regulador de un cilindro de gas:
 - Cierre primero la válvula del cilindro.
 - Elimine el gas que quede en el regulador.
 - Desatornille el regulador.
- Si la aguja del manómetro de baja presión de un regulador va subiendo lentamente cuando la tubería de suministro está cerrada, el regulador está defectuoso. Si la aguja no se mueve de su punto de partida cuando el regulador está presurizado, el manómetro está defectuoso. Y si la aguja no regresa a su punto de partida cuando se libera la presión, el equipo está defectuoso.

REGLAS GENERALES. CONDICIONES ESPECIALES

Algunos gases comprimidos plantean problemas especiales. Los gases combustibles, en general son peligrosos, porque se incendian.

Oxígeno

Se hacen necesarias reglas especiales para el manejo del oxígeno, ya que una mancha de aceite o de grasa, que puede no presentar peligro alguno al aire libre, arderá en oxígeno. Y cuando entra oxígeno a alta presión en un regulador, la recompresión puede calentar el oxígeno cuando él golpea partes internas. La mayor temperatura puede llegar a ser suficiente para incendiar los asientos de las válvulas.

- Nunca aceite ni engrase sopletes, reguladores, mangueras, válvulas de cilindros ni cualquier otra pieza que vaya a entrar en contacto con oxígeno. No coloque cilindros ni equipo de oxígeno en donde les pueda caer aceite o grasa de maquinaria. Nunca emplee disolventes orgánicos.
- Con manos o guantes grasos o untados de aceite nunca maneje el equipo que utilice oxígeno.
- Nunca permita que un chorro de oxígeno entre en contacto con una superficie aceitosa o un trapo grasosos.
- Nunca permita a nadie quitarse el polvo con una manguera de oxígeno (ni aún de aire comprimido).
- Nunca utilice oxígeno para accionar herramientas neumáticas, ni para limpiar tuberías ni dar ventilación.

Gases combustibles

Hay una serie de gases combustibles que se emplean usualmente: gas MAPP, propano, propileno, mezclas a base de propileno, acetileno, gas natural, gases naturales licuados e hidrógeno. Todos excepto el hidrógeno están a baja presión.

- Siempre llame a un gas por su nombre específico. Nunca se refiera únicamente a "gas" en forma genérica.
- No emplee un gas combustible para ningún propósito diferente de aquel para el cual está destinado.
- Trate los gases combustibles con respeto. Siga los procedimientos apropiados para armar y desmontar equipos. Emplee únicamente reguladores y otros equipos fabricados para el gas que se está utilizando y siga siempre las instrucciones del fabricante.
- Nunca permita que un gas combustible alcance la temperatura superior a los 130 °F (54 °C).
- Mantenga siempre los cilindros de gas combustible en posición vertical. Nunca los use acostados.
- Cierre la válvula de un cilindro de gas combustible que presente algún escape, lleve el cilindro a un lugar fuera del edificio, alejado de cualquier fuente de ignición y llame al proveedor o al distribuidor.

Acetileno

- Nunca se debe utilizar el acetileno a presión superior a 15 psig. El cilindro contiene material poroso de relleno.
- Nunca se debe abrir la válvula del cilindro más de una vuelta. Es necesario dejar puesta la llave de la válvula, u otra llave, siempre que la válvula esté abierta, de manera que ésta pueda cerrarse rápidamente en caso de fuego o accidente.
- No se debe permitir que la temperatura de cualquier parte de la instalación suba más de 130 °F (54 °C).
- No se debe utilizar un cilindro de acetileno acostado. Se mantendrá vertical y encadenado a una carretilla para cilindros, pared u otro objeto seguro y estable, de manera que no pueda ser tumbado o dañado.
- No debe utilizarse acetileno ni gas MAPP en instalaciones de tuberías para gas combustible hechas de cobre o de aleaciones a base de cobre que contengan más de un 67 % de este metal, o cuando los gases puedan entrar en contacto con materiales que contengan plata. Esta precaución se

aplica únicamente a instalaciones de tubería, no en conexiones de mangueras, sopletes y boquillas de bronce.

- Cuando se perciba olor a acetileno, olor natural acre y dulce, se requiere rápida acción.

Crepitación y retroceso de la llama

La crepitación es el ruido fuerte de pequeñas explosiones que ocurren cuando una llama de soldadura o de un soplete cortador regresa de la boquilla del soplete y se extingue. La crepitación es causada por inadecuadas presiones de gas; por la boquilla del soplete, que toca en trabajo o por mugre en una conexión o en uno de los asientos. Aunque es más una molestia que cualquier otra cosa, la crepitación puede eliminarse siguiendo procedimientos adecuados.

Los retrocesos de la llama son más graves. En lugar de salir la llama, pasando por la cámara mezcladora y aún llegando hasta la manguera, el regulador y el cilindro, retrocede en el soplete. El resultado puede ser una explosión fatal del soplete o de la manguera. Los retrocesos más graves pueden hacer que el regulador, o aún el cilindro estallen.

Un retroceso de la llama exige acción inmediata. Con frecuencia es acompañado por un sonido estridente. Si ocurre un retroceso cierre inmediatamente la válvula de gas combustible del soplete; luego cierre la válvula de oxígeno del soplete. Se requiere acción rápida, porque la exposición prolongada de un retroceso puede hacer arder el soplete. Deje enfriar un soplete caliente y purgue todas las mangueras antes de volverlo a encender.

La mayoría de las veces los retrocesos se causan por no haberse purgado las mangueras antes de encender el soplete.

Una forma de evitar la propagación de un retroceso en el equipo que abastece los sopletes es instalar válvulas retenedoras entre las entradas de gas de los sopletes y las mangueras alimentadoras de oxígeno y gas combustible, a fin de evitar que los gases no deseados entren en las mangueras. Para mayor protección, también se colocan con frecuencia válvulas retenedoras en las conexiones de las mangueras del regulador. Estas no eliminan la necesidad de purgar las mangueras individualmente y seguir los procedimientos adecuados de instalación y manejo.

Almacenamiento de cilindros

A pesar de que las reglas para el almacenamiento dependen, hasta cierto punto, del tipo de gas en los cilindros, se pueden aplicar ciertas normas generales:

- Almacene todos los cilindros en áreas designadas para ello.
- Almacene y use los cilindros sobre la base del que primero entra primero se consume.
- Marque cada cilindro con el nombre del gas que contiene. Nunca retire los rótulos de identificación.
- Marque con tiza la palabra "vacío" en cada cilindro desocupado.
- Mantenga juntos todos los cilindros desocupados del mismo tipo de gas. Separe los cilindros llenos de los vacíos.
- Mantenga los cilindros de gas combustible bien alejados de los cilindros de oxígeno, a una distancia mínima de 6 metros (20 pies) o separados por una barrera incombustible de 1.5 metros de altura (5 pies), como mínimo y con clasificación de resistencia al fuego de por lo menos media hora.
- Almacene los cilindros, en lo posible, fuera de los edificios, pero siempre protegiéndolos del clima y de los rayos solares. Los cilindros que deban ser almacenados adentro deben colocarse en un área seca y bien ventilada, construida preferiblemente con materiales refractarios.
- Nunca almacene un cilindro de gas en donde la temperatura pueda subir más de 130 °F (54°C).
- Nunca almacene cilindros cerca de ascensores, de plataformas para cargar camiones, o de portalones, bajo grúas en funcionamiento, o de algo que les pueda caer encima, golpearlos o tumbarlos.
- Coloque las tapas en los cilindros que vayan a ser almacenados o transportados.
- Siga las mismas prácticas de seguridad para almacenar los cilindros que para manejarlos.
- Personas no autorizadas debe permanecer fuera del área de almacenamiento de cilindros.
- Nunca trate de volver a llenar los cilindros ni mezcle los gases en un cilindro.
- Asegúrese de que los cilindros con escapes o cilindros con válvulas atascadas sean marcados adecuadamente y trasladados a lugar seguro, fuera del edificio.
- Cuando se almacenan cilindros de oxígeno deben observarse ciertas precauciones especiales: Almacenarlos por lo menos a 6 metros de distancia de gases y otros materiales combustibles tales como grasas, aceites gasolina, pintura y trapos sucios. Mantenga los cilindros de oxígeno que estén almacenados cerca de combustibles, detrás de una pared o barrera incombustible por lo menos de 1.5 metros de altura.
- Coloque letreros de "prohibido fumar- oxígeno" alrededor del área de almacenamiento.

- Nunca guarde otras cosas en un área interior de almacenamiento, o edificio, que contenga gases inflamables.

Mangueras y accesorios

Las mangueras de soldadura están sujetas a gran deterioro resultante del uso y pueden causar muchos problemas. Es importante que se empleen y se cuiden adecuadamente.

- Elija una manguera hecha para el gas y las presiones que se van a aplicar. Nunca emplee para oxígeno una manguera de aire comprimido que pueda contener aceite, pues podría ocasionar un incendio o una explosión.
- El color rojo en las mangueras es utilizado para el acetileno y otros gases combustibles, verdes para el oxígeno y negro para gases inertes y aire comprimido.
- No emplee mangueras con demasiadas reparaciones.
- Proteja la manguera contra chispas, metal caliente y escoria. No la arrastre sobre objetos cortantes y manténgala alejada de aceites y grasas.
- Suspenda la manguera por encima de los pasillos, para evitar que sea pisada. Si la manguera no puede ser suspendida protéjala con tablas.
- Evite retorcer o enrollar las mangueras. Nunca retuerza ni doble la manguera para detener momentáneamente el flujo de gas al cambiar un soplete. Cierre el gas en el regulador.
- Para evitar que se enreden, no utilice más de 10 centímetro de cinta por cada 30 centímetros de manguera, si es necesario unir piezas paralelas de manguera de oxígeno y gas combustible. Si se une toda la manguera, daños o escapes pueden pasar inadvertidos.
- Mantenga las piezas de manguera lo más cortas posibles. La presión entre el suministro de gas y el soplete disminuye al aumentar la longitud de la manguera.
- Antes de encender el soplete limpie de mezclas de gases las mangueras de oxígeno y de gas combustible, para encender el soplete use siempre un encendedor de fricción o un piloto. Nunca emplee fósforos. Cuando se apague el equipo durante cualquier período de tiempo, deben cerrarse las válvulas del cilindro y desocuparse las mangueras.
- Nunca utilice accesorios para tuberías corrientes, ni accesorios hechos para aire comprimido.
- Los accesorios para acetileno y gas combustible tienen roscas zurdas, para evitar que se conecten accidentalmente con accesorios para oxígeno.

- Nunca utilice tubería de cobre para unir mangueras.
- Nunca utilice una llama abierta para buscar escapes.

En el título IX, Capítulo I, artículos 448 a 504 de la Resolución 2400 de mayo de 1979, se presentan las normas correspondientes a Los generadores de vapor; En el Capítulo II artículos 505 a 520 las normas De los Recipientes y tuberías sometidos a presión; en el Capítulo III Artículos 521 a 544, las normas aplicables a los cilindros de aire comprimido y en el Capítulo IV artículos 545 a 547 las normas de los hornos y secadores.

MANIPULACIÓN DE MATERIALES

INTRODUCCIÓN

La manipulación de materiales es una labor que realizan todos los trabajadores de una empresa en forma manual o con ayuda mecánica, ya sea como parte de su oficio o como actividad ocasional del mismo.

La manipulación de materiales aumenta la probabilidad de lesión para el trabajador e incrementa el costo del producto, por ello la tendencia general en las industrias debe ser la de reducir la manipulación de materiales al mínimo, por medio de la fusión o redistribución de operaciones.

La manipulación de materiales incluye las operaciones de levantamiento, transporte, descargue y almacenamiento de materias primas o en proceso y productos terminados. Estas operaciones se encuentran asociadas con problemas de salud como alteraciones ósteo-musculares (fracturas, esguinces, luxaciones), traumatismos (contusiones, excoriaciones, atrapamientos, caídas) y en general accidentes de trabajo.

Los efectos sobre la salud no se presentan de manera exclusiva en los almacenes o depósitos, por el contrario ocurren en cualquier área de la empresa. Para hacerse a una idea de la problemática de lesiones relacionadas con la manipulación de materiales, se debe empezar por responder por lo menos las siguientes inquietudes:

- ¿Puede mecanizarse la tarea para evitar la manipulación manual de materiales?
- ¿Cómo pueden los materiales manipulados lesionar a los trabajadores?
- ¿Es posible proporcionar elementos de ayuda para hacer el trabajo más seguro?
- ¿Pueden los elementos de protección personal minimizar las lesiones durante la manipulación de materiales?

MANIPULACIÓN MANUAL DE MATERIALES

Es la acción de levantar, soportar y transportar pesos en forma manual o con uso predominante de la fuerza muscular.

Esta actividad representa riesgos por la presencia de factores que deben ser controlados como:



- Siempre que se pueda, realizar el levantamiento de pesos entre dos personas.
- Una regla general de seguridad es **CARGAR CON LAS PIERNAS**.
- Reducir al mínimo los giros de la cintura al estar cargando.
- Cuando se esté levantando una carga, debe ser conservada cerca del cuerpo.
- Evitar levantar pesos sobre superficies resbaladizas.
- Levantar las cargas con las piernas.
- Conservar la carga entre los hombros y la cadera.
- Asegurarse que el área por delante de la carga esté nivelada y exenta de obstáculos.
- Usar zapatos que proporcionen buena tracción.
- Cuando se empiece a empujar una carga, hay que anclar un pie y usar la espalda, en vez de las manos y brazos para aplicar la fuerza.

Es más fácil empujar cuando el lugar sobre el que se ejerce la fuerza está a la altura de las caderas (90 a 115 cms. del piso) que cuando se ejerce a la altura del hombro o por encima de éstos.

IMPORTANTE: Halar un peso, causa mayor tensión sobre la parte inferior de la columna que empujarlo.

Factores técnicos en cuanto a características de las cargas

Se refiere a la forma y dimensiones de la carga, clase y características del embalaje, trayectos y desplazamientos horizontales y verticales necesarios durante la manipulación.

Para controlarlos, es necesario utilizar aditamentos de ayuda cuando la superficie de sujeción sea irregular, diseñar la operación para hacer el menor recorrido con la carga evitando trayectos inclinados y en lo posible, cuando la carga ofrezca dificultades por su forma, se debe buscar ayudas de tipo mecánico.

FACTORES TÉCNICOS EN CUANTO A LAS FORMAS DE MANIPULACIÓN DE LAS CARGAS

Hace referencia a las mecánicas corporales que representan riesgo cuando se hace la manipulación con rotación, flexión o inclinación lateral del tronco, se utiliza un hemicuerpo, se realiza por fuera de la línea media, se lleva a cabo con el cuerpo en posición inestable se hacen agarres de grandes pesos sin usar las palmas de las mano, se realizan movimientos repetitivos y frecuentes con soporte de pesos o se realizan esfuerzos por encima de la línea horizontal del hombro.

Los trabajadores que realizan manipulación manual de cargas deben recibir un entrenamiento apropiado para utilizar una adecuada mecánica corporal durante el trabajo, así como realizar las actividades de precalentamiento o acondicionamiento necesarias antes de iniciar la tarea.

FACTORES INDIVIDUALES EN CUANTO A LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL TRABAJADOR

Hace referencia a la presencia de alteraciones en la salud que afecten el aparato óseo muscular, la capacidad cardio pulmonar, la movilidad y flexibilidad del trabajador, también a condiciones como edad, talla, sexo, desarrollo muscular, adiestramiento, vestimenta adecuada, que pueden estar asociadas con fatiga, bajo rendimiento y lesiones por la manipulación manual de cargas.

Es necesario establecer previamente el perfil necesario para la realización de este trabajo manual, y definir condiciones de aptitud necesarias para la vinculación laboral. De igual forma es necesario realizar seguimiento periódico a las posibles alteraciones de salud generadas por la labor de manipulación de cargas.

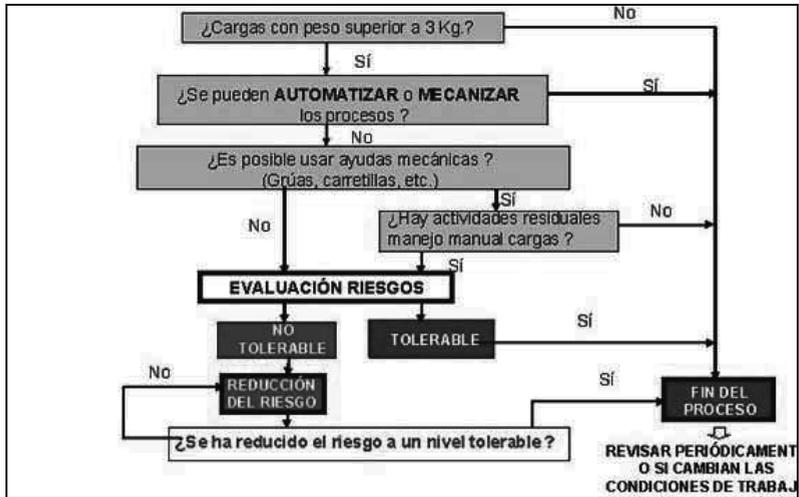
Factores de riesgo ergonómico

Se refiere a las condiciones de diseño del puesto de trabajo, herramientas y espacios de trabajo, frente a las exigencias de la tarea, que determinan la forma como se adapta el trabajo al hombre y el aprovechamiento de la energía muscular.

Para controlar este factor de riesgo es necesario adecuar las características del objeto a manipular, el tipo de transporte y almacenamiento y las dimensiones de espacios y herramientas de trabajo, de tal forma que se obtenga la más eficiente utilización del esfuerzo muscular y se disminuyan al mínimo los movimientos y esfuerzos innecesarios durante la manipulación de cargas.

El trabajador debe inspeccionar las siguientes condiciones antes de iniciar la tarea:

- Identificar condiciones como dimensiones y pesos de los materiales para definir la necesidad de ayudas mecánicas.
- Inspeccionar los materiales y/o sus embalajes para tratar de descubrir y corregir astillas, superficies lisas, cortantes o rugosas, así como verificar la limpieza de las superficies de polvo, grasa o aceites.
- Utilizar los aditamentos como argollas, barras, manijas, canastas, entre otros, para mejorar las condiciones de agarre durante la manipulación.
- Evaluar el riesgo de caída de los materiales y la necesidad de uso de casco y zapatos de seguridad.
- Cuando exista probabilidad de proyección de partículas, zunchos o flejes se debe utilizar gafas de seguridad.
- Si el material manipulado es tóxico es necesario utilizar la protección respiratoria y personal apropiada al tipo de riesgo.
- Adecuar los espacios de trabajo, identificar y controlar cualquier otra condición de riesgo antes de ejecutar la tarea.
- Alejar los dedos de los puntos de pellizco especialmente cuando se baja el material.
- Manipular los materiales protegiendo los dedos y manos del aprisionamiento, manteniendo la máxima visibilidad posible sobre las áreas de tránsito.

Diagrama decisiones**DOLOR LUMBAR****Crterios para su prevención en el ámbito laboral****Qué es la lumbalgia**

La lumbalgia es el dolor que se produce en la región inferior de la espalda. Esta región inferior o lumbar se compone de 5 vértebras con sus discos, raíces nerviosas, músculos y ligamentos. Las vértebras de esta región son las más grandes y soportan un mayor peso.



SÍNTOMAS

Agudos

- Dolor de comienzo brusco que aparece normalmente durante un esfuerzo pudiendo extenderse hacia las nalgas.
- Empeora con los movimientos y con la tos, mejorando con el reposo.
- Existe cierta limitación de los movimientos de la columna y de la elevación de la pierna.
- El episodio suele afectar a un solo lado (unilateral).

Crónicos

- Dolor constante o progresivo, bilateral o alterno.
- Empeora por la noche y en reposo.
- Rigidez lumbar matutina.
- Limitación de los movimientos de la espalda y de la elevación de la pierna.
- Atrofia muscular (en casos avanzados).

Actividades laborales que pueden producir lumbalgia

Se puede dar una o varias de las situaciones siguientes:



- Realización de movimientos forzados con el tronco inclinado o en rotación.

- Trabajos que se hagan de forma repetitiva,
- Levantamiento y manejo de pesos.



- Posturas mantenidas largo tiempo (sentado o de pie).



- Exposición a vibraciones (vehículos o maquinarias).
- Condiciones ambientales de trabajo adversas (climáticas, psicológicas organizacionales etc.).



PREVENCIÓN

Lo más importante es actuar ergonómicamente sobre el puesto de trabajo: evitando la manipulación directa de cargas, promoviendo la utilización de ayudas mecánicas; estableciendo un buen diseño de las tareas y actividades; informando y entrenando al trabajador para que evite las posturas o movimientos peligrosos. Todo ello contribuirá, sin duda, a una reducción del riesgo.

No flexionar la columna con las piernas rectas. Doblar las rodillas sosteniendo el peso junto al cuerpo.

No levantar objetos por encima de los hombros; si fuera preciso, utilizar un taburete.



Cuando tenga que estar de pie durante mucho tiempo utilizar un soporte para mantener un pie más elevado que el otro (alternativamente).

No usar zapatos

de tacón alto.

Controlar el peso y hacer ejercicio regularmente.



Evitar la flexión de tronco hacia un lado o esfuerzos con una mano al intentar mover algún objeto.

Una vez que se ha tenido un ataque de lumbago, es probable que se vuelva a repetir en el futuro.

Cuando se haya superado el ataque agudo (disminución del dolor y el espasmo muscular) mediante la aplicación local de calor, es importante:

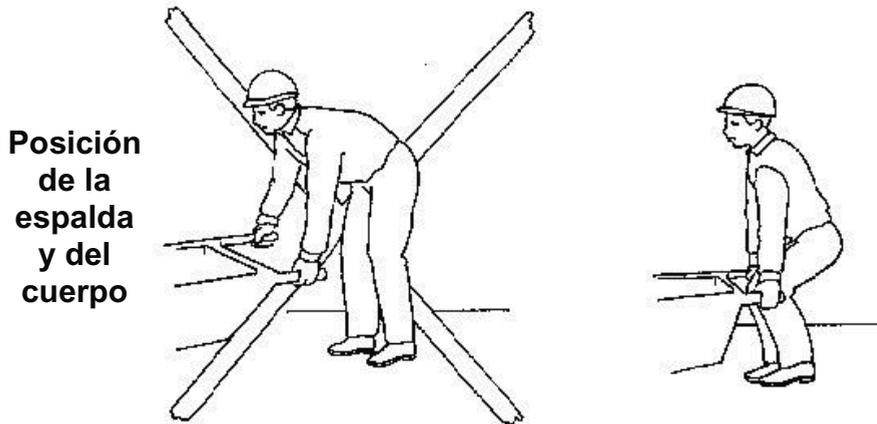
- Aprender una buena postura mecánica corporal.
- En casos de obesidad, intentar reducir el peso.



- Iniciar, aconsejado por un especialista; un programa progresivo de ejercicios terapéuticos y rehabilitadores si es necesario.

Levantamiento y porte adecuados

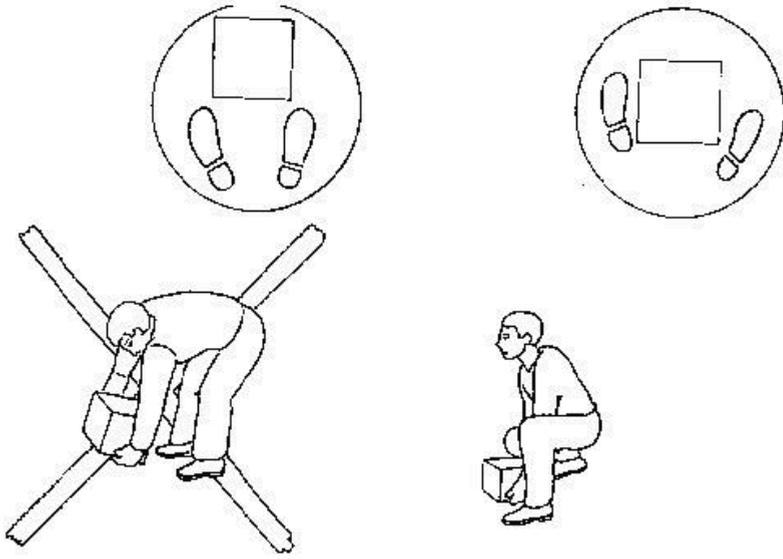
El levantamiento y el porte son operaciones físicamente agotadoras, y el riesgo de accidente es permanente, en particular de lesión de la espalda y de los brazos. Para evitarlo, es importante poder estimar el peso de una carga, el efecto del nivel de manipulación y el entorno en que se levanta. Es preciso conocer también la manera de elegir un método de trabajo seguro y de utilizar dispositivos y equipo que hagan el trabajo más ligero.



El objeto debe levantarse cerca del cuerpo, pues de otro modo los músculos de la espalda y los ligamentos están sometidos a tensión, y aumenta la presión de los discos intervertebrales.

Deben tensarse los músculos del estómago y de la espalda, de manera que ésta permanezca en la misma posición durante toda la operación de levantamiento.

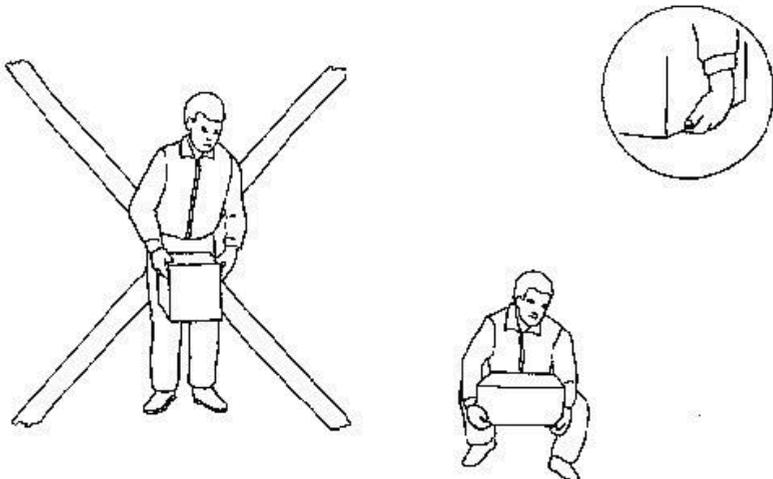
Posición de las piernas



Acérquese al objeto. Cuanto más pueda aproximarse al objeto, con más seguridad lo levantará.

Separe los pies, para mantener un buen equilibrio.

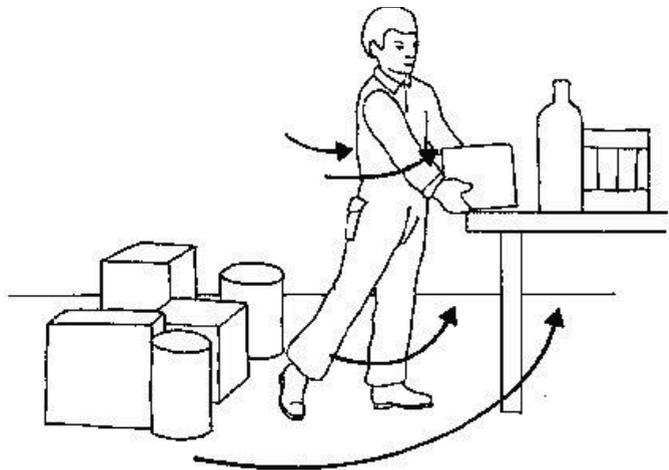
Posición de los brazos y sujeción



Trate de agarrar firmemente el objeto, utilizando totalmente ambas manos, en ángulo recto con los hombros. Empleando sólo los dedos no podrá agarrar el objeto con firmeza.

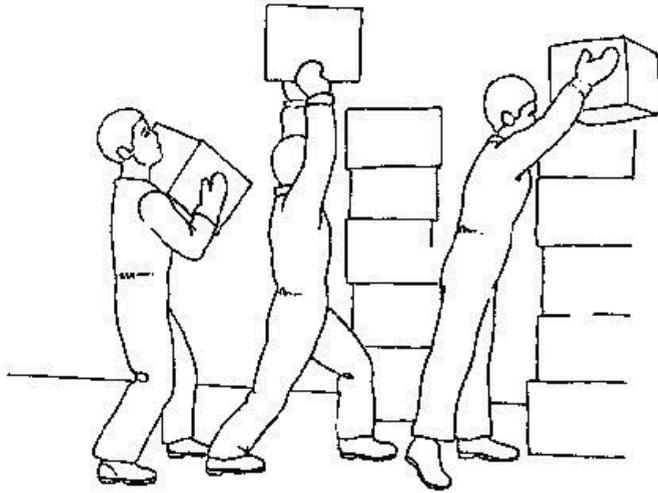
Proceda a levantarlo con ambas manos, si es posible

**Levantamiento
hacia un lado**



Cuando se gira el cuerpo al mismo tiempo que se levanta un peso, aumenta el riesgo de lesión de la espalda. Coloque los pies en posición de andar, poniendo ligeramente uno de ellos en dirección del objeto. Levántelo, y desplace luego el peso del cuerpo sobre el pie situado en la dirección en que se gira.

Levantamiento por encima de los hombros



Si tiene que levantar algo por encima de los hombros, coloque los pies en posición de andar. Levante primero el objeto hasta la altura del pecho. Luego, comience a elevarlo separando los pies para poder moverlo, desplazando el peso del cuerpo sobre el pie delantero.

La altura del levantamiento adecuada para muchas personas es de 70-80 centímetros. Levantar algo del suelo puede requerir el triple de esfuerzo.

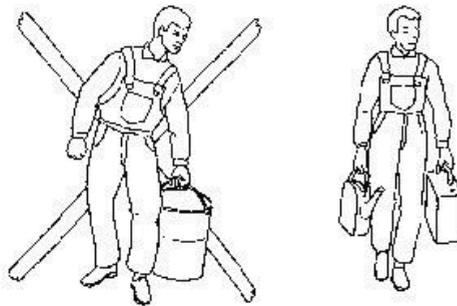
Levantamiento con otros



Las personas que a menudo levantan objetos conjuntamente deben tener una fuerza equiparable y practicar colectivamente ese ejercicio. Los movimientos de alzado han de realizarse al mismo tiempo y a la misma velocidad.

Si le duele la cabeza, no levante absolutamente nada. Una vez pasado el dolor, comience la tarea con cuidado y hágala gradualmente

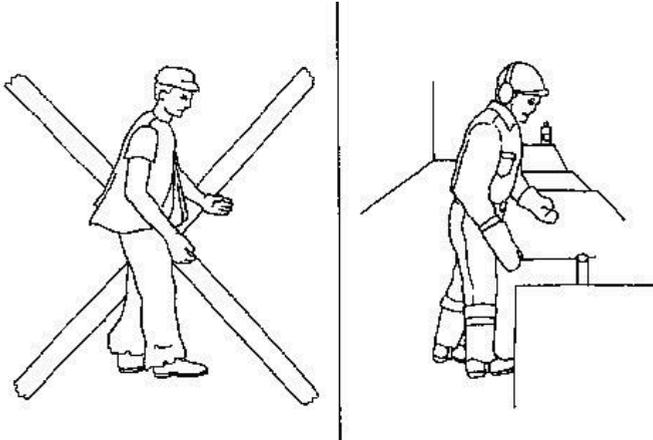
Porte



Las operaciones de porte repercuten sobre todo en la parte posterior del cuello y en los miembros superiores, en el corazón y en la circulación. Lleve los objetos cerca del cuerpo; de esta manera, se requiere un esfuerzo mínimo para mantener el equilibrio y portar el objeto. Los objetos redondos se manejan con dificultad, porque el peso está separado del cuerpo. Cuando se dispone de buenos asideros, se trabaja más fácilmente y con mayor seguridad. Distribuya el peso por igual entre ambas manos.

Las operaciones de porte son siempre agotadoras. Compruebe si el objeto puede desplazarse mediante una banda transportadora, sobre ruedas o un carrito. Compruebe que no trata de desplazar un objeto demasiado pesado para usted, si existen asideros adecuados, si éstos se encuentran a la distancia apropiada, si hay sitio para levantar y portar el objeto, si no está resbaladizo el piso, si no hay obstáculos en su camino y si el alumbrado es suficiente. A menos que estén bien concebidos, los escalones, las puertas y las rampas son peligrosos.

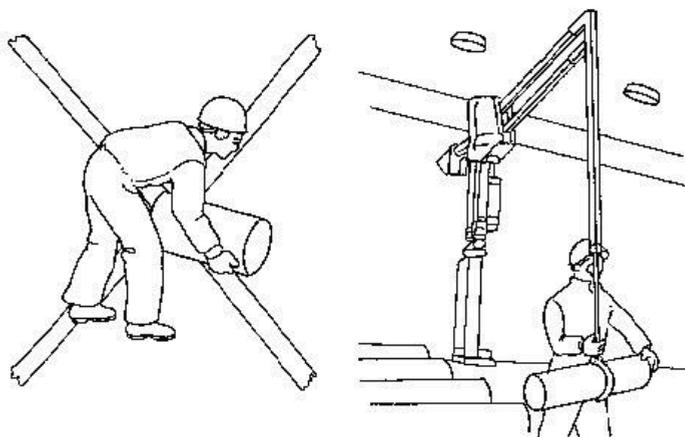
Ropa



Ropa

La ropa debe regular la temperatura entre el aire y el calor generado por su cuerpo. No debe ser tan suelta, tan larga o amplia que resulte peligrosa. Debe protegerse las manos con guantes, que le ayudarán además a sujetar bien el objeto. El calzado debe ser fuerte, y de suelas anchas, que se agarren bien. La parte superior debe proteger los pies de los objetos que caigan. Para el levantamiento mecánico, es esencial un casco. Este debe ajustarse firmemente, de manera que no pueda desprenderse en el momento vital ni obstruir su visión.

Dispositivos auxiliares



Los dispositivos utilizados para facilitar su trabajo han de ser ligeros y de fácil uso, para reducir el esfuerzo y el riesgo de accidentes. Por ejemplo, los electroimanes, las cucharas excéntricas y de palanca, las ventosas de aspiración y los marcos transportadores, como yugos y cinturones de porte, permiten sujetar bien la carga y mejorar la posición de trabajo. Los carritos transportadores, las mesas elevadoras, los transportadores de rodillo y de disco y las correas transportadoras disminuyen el trabajo de desplazamiento.

OIT (Organización Internacional del Trabajo)

La manipulación y el transporte de cargas constituyen un problema específico que puede provocar molestias o lesiones, sobre todo en la espalda, siendo un factor importante de sobrecarga muscular.

Por ello, en las operaciones de manipulación de cargas manuales, los trabajadores/as deben emplear una técnica de levantamiento adecuada a este tipo de esfuerzos. Las técnicas de levantamiento, tienen como principio básico mantener la espalda recta y hacer el esfuerzo con las piernas.



Apoya los pies firmemente

Separa los pies a una distancia aproximada de 50 cm uno de otro



Dobla la cadera y las rodillas para coger la carga



Mantén la espalda recta





Nunca gires el cuerpo mientras sostienes una carga pesada

No hay cosa que lesione más rápidamente una espalda que una carga excesiva



Mantén la carga tan cerca del cuerpo como sea posible, pues aumenta mucho la capacidad de levantamiento.



No levantes una carga pesada por encima de la cintura en un solo movimiento



Aprovecha el peso del cuerpo de manera efectiva para empujar los objetos y tirar de ellos.



Mantén los brazos pegados al cuerpo y lo más tensos posible

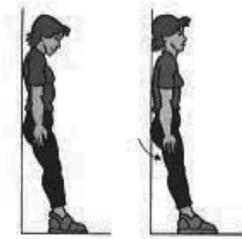


Cuando las dimensiones de la carga lo aconsejen, no dudes en pedir ayuda a tu compañero

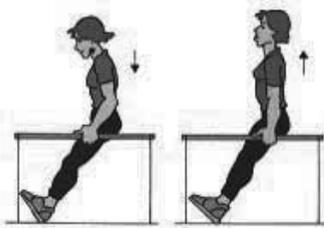
EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR



Salte arriba y abajo con los brazos y piernas abiertos



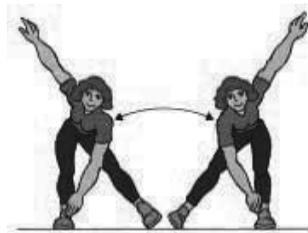
Apoyado en la pared, contraiga los músculos abdominales y glúteos, e intente deslizar lentamente la espalda hacia abajo



Apoye las manos, estire los brazos y con la espalda recta suba y baje el cuerpo



Apóyese en la punta del pie, con la mano en la pared e intente flexionar la rodilla alternando las dos piernas



Separe bien los pies, mire al frente y flexione la pierna derecha, hasta tocar el pie derecho con la mano izquierda. Después, hágalo a la inversa

Campaña de prevención

¿Tu trabajo físico es monótono y repetitivo? ¿Trabajas con apremio de tiempo, o por rendimiento? ¿Tienes fatiga y dolores musculares? Hay miles de trabajadores que contestan sí a estas preguntas y que corren el riesgo de sufrir alteraciones músculo - esqueléticas. Es un problema de salud laboral de gran magnitud.

Qué son las alteraciones músculo - esqueléticas

Son lesiones de los músculos, tendones y nervios que suelen afectar las manos, muñecas, los codos u hombros. También pueden afectar las rodillas o los pies si el trabajo conlleva estar mucho tiempo arrodillado, o si hay que operar pedales. Las distintas alteraciones músculo - esqueléticas tienen muchos nombres, por ejemplo: tenosinovitis, tendinitis, síndrome del túnel carpiano, epicondilitis, bursitis, y muchos más. Aquí, para referirnos a todo el rango de estas lesiones, utilizamos la expresión Alteraciones Músculo - esqueléticas (AME).

Síntomas

Los síntomas incluyen: dolor en los músculos o las articulaciones- sensación de hormigueo en el brazo o la mano; pérdida de fuerza y sujeción en la mano; pérdida de sensibilidad. Los síntomas empiezan como las molestias de la vida normal; después de hacer un esfuerzo físico es normal que se experimente cierta fatiga.

Los síntomas y factores como la fatiga muscular:

Están relacionados con la intensidad y duración del trabajo, provocan dolor; normalmente la persona afectada no informa a nadie en el trabajo; son síntomas no específicos y aparecen y desaparecen; las causas son multifactoriales.

Sin embargo, a diferencia de la fatiga muscular, las alteraciones músculo - esqueléticas no desaparecen sino que son progresivas, y los síntomas se empeoran.

Se pueden dividir los síntomas en tres etapas:

1. Dolor y fatiga en las muñecas, brazos, hombros o cuello durante el trabajo que se mejora durante la noche y el fin de semana. Esta fase puede durar semanas o meses.
2. Dolor y fatiga que empieza más pronto en el día y persiste más tiempo durante la noche, y que puede interrumpir el sueño. Esta fase puede durar varios meses, y la gente suele tomar pastillas para el dolor, pero sigue trabajando.

3. Dolor, fatiga, debilidad aún cuando se haya descansado. Puede interrumpir el sueño, y la persona no puede hacer tareas ni en el trabajo ni en el hogar. Esta fase puede durar meses o años, y algunas personas no se recuperan totalmente.

A quiénes les afectan las AME

El trabajo que exige movimientos repetitivos, rápidos o forzados, o que requiere mantener una postura fija durante períodos largos puede provocar alteraciones músculo - esqueléticas. Muchos puestos de trabajo conllevan algún riesgo de AME, desde las personas que tienen que trabajar intensivamente en el computador hasta los obreros de la construcción y las cajeras en los supermercados. Todo tipo de trabajo de montaje o embalaje, por ejemplo en la industria de microelectrónica, de metal, de conservas. Las lesiones dorso lumbares por manipulación de cargas entre las enfermeras, los albañiles y las personas que trabajan en el campo son muy comunes, o bien por causa de accidentes o por el desgaste físico durante años.

Cuáles son las causas

Las causas de algunas lesiones músculo - esqueléticas son ya muy conocidas y bien definidas y otras no lo son. Lo que complica el diagnóstico es que hay varios factores de riesgo que se pueden combinar y provocar problemas. Las causas tienen que ver con:

La organización del trabajo: el ritmo, la intensidad y cantidad de trabajo, estrés, falta de descansos y pausas, trabajo monótono y repetitivo.

Los equipos y tareas: fuerza física, repetición, movimientos rápidos, ciclos cortos. Posturas incómodas, forzadas, o estáticas. Mal diseño de los puestos y herramientas, con espacio insuficiente, o una sujeción incómoda o forzada.

El medioambiente: ruido, iluminación, vibración, frío.

El individuo: formación, equipos individuales de protección, estatura

Prevención

En todas las empresas se debe llevar a cabo una evaluación de los riesgos que no se pueden evitar directamente, tener un plan de prevención de dichos riesgos, y tomar todas las medidas necesarias para garantizar la salud y seguridad de todos los empleados.

Se debe por parte de los encargados de los programas de Salud Ocupacional y con el apoyo de los empresarios adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

En todos los centros de trabajo, el empresario tiene la obligación de mejorar las condiciones de trabajo para evitar las alteraciones músculo - esqueléticas.

La salud no puede esperar; hay que aplicar soluciones ya

Organización del trabajo

- Identificar y eliminar factores de riesgo del centro de trabajo.
- Introducir variedad de tareas.
- Rotación de tareas.
- Reducir la intensidad del trabajo.
- No tener primas ni bonificaciones que exigen un ritmo muy elevado.
- Introducir descansos.
- Introducir micro pausas.
- Tener un sistema para identificar e informar sobre síntomas o problemas.

Diseño de tareas, equipos y herramientas

- Eliminar movimientos forzados.
- Reducir al mínimo los movimientos repetitivos con ciclos cortos.
- Utilizar herramientas eléctricas.
- Seleccionar equipos y herramientas adecuados tanto para la tarea como para la persona.
- Tener un buen mantenimiento de equipos y herramientas.
- Seleccionar herramientas que no requieran una desviación de la muñeca.
- Evitar restricciones de espacio en el puesto.
- Tener los mandos a fácil alcance.
- Poder ver los controles fácilmente.
- Evitar el tener elementos: a largas distancias de alcance, a la altura del hombro o por encima de este, o por detrás del tronco.
- Tener sillas y mesas ajustables.

El medioambiente del trabajo

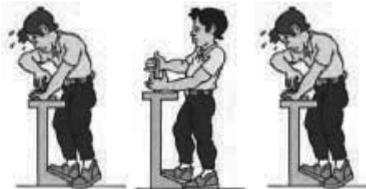
- Tener una buena iluminación general, y adecuada para cada puesto, sin reflejos/sombras.
- Controlar el nivel de ruido.
- Mejorar niveles de ventilación y temperatura.
- Tener lugares adecuados para los descansos.

Tener en cuenta la persona

- Dar información y formación sobre las causas y síntomas de las AME.
- Dar información y formación sobre cómo evitar las AME: factores de postura, ritmos de trabajo y la importancia de tener pausas. Tener puestos muebles y equipos que se puedan ajustar según la estatura de la persona. Evitar que el uso de elementos de protección personal, aumente el riesgo de las AME.
- Toda la legislación, por muy buena que sea, se quedará en el papel si no hay un esfuerzo por parte de todos; trabajadores y empresarios, en el cumplimiento de las obligaciones y la exigencia de los derechos de cada cual.

Posturas del trabajo

DE PIE



SENTADO



LOS TRABAJADORES TIENEN DERECHO A UNA PROTECCIÓN EFICAZ EN MATERIA DE SEGURIDAD y SALUD EN EL TRABAJO

Trabajo sentado

Se aconseja

- Mantener la espalda recta y apoyada al respaldo de la silla.
- Nivelar la mesa a la altura de los codos.
- Adecuar la altura de la silla al tipo de trabajo.
- Cambiar de posición y alternar ésta con otras posturas.



Trabajo de pie

Se aconseja

- Alternar esta postura con otras que faciliten el movimiento.
- Adaptar la altura del puesto al tipo de esfuerzo que se realiza.
- Cambiar la posición de los pies y repartir el peso de las cargas.
- Utilizar un reposapiés portátil o fijo.



Trabajo pie/sentado

Se aconseja



- Utilizar una silla pivotante que sea regulable.
- Ajustar la altura de la silla de 25 a 35 cm más abajo de la superficie de trabajo.
- Utilizar un reposapiés adecuado.

EJERCICIOS DE RELAJACIÓN MUSCULAR

Póngase en cuclillas y, lentamente, acerque la cabeza lo más posible a las rodillas.



Apoye su cuerpo sobre la mesa



Siéntese en una silla, separe las piernas, cruce los brazos y flexione su cuerpo hacia abajo.



Gire lentamente la cabeza de derecha a izquierda



Ponga sus manos en los hombros y flexione los brazos hasta que se junten los codos

Calzado-suelo / trabajo de pie

- Utilice zapatos que le permitan mover con facilidad los dedos gordos de los pies. Un calzado con la punta demasiado estrecha o chata causa fatiga y dolor.
- Póngase una plantilla suave en la suela de los zapatos para amortiguar el contacto con el suelo metálico o de cemento.
- No lleve calzado con un tacón superior a los cinco centímetros de alto.
- Se recomiendan los suelos de madera o recubiertos de caucho.

AUTOVALORACIÓN

Trabajo de pie

¿Puedo ajustar la altura del plano de trabajo?

	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
SÍ		NO	

¿Utilizo el calzado más adecuado?

	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
SÍ		NO	

¿Podría realizar parte de mis tareas con una silla alta?

	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
SÍ		NO	

¿Tengo una silla donde descansar?

	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
SÍ		NO	

Trabajo sentado

¿Cuál es mi tipo de tarea?

	<input type="checkbox"/>
De precisión	
	<input type="checkbox"/>
De mecanografía	
	<input type="checkbox"/>
De lectura-escritura	

La altura de mi superficie de trabajo correcta sería _____ mm

¿Cuáles son los requisitos que no cumple mi asiento?

Debido a la gran demanda por parte de los trabajadores y algunas personas dedicadas a Salud Ocupacional sobre el uso de cinturones o fajas ergonómicas para evitar la lesión lumbar se transcribe el concepto de la Dra. Nanyris Rangel Cuicas Unidad de Salud Ocupacional C.A y el del Licenciado José Luis Melo sobre dicho tema ambos tomados de Guías Ambientales en Internet Estructplan on Line.

"Uso de fajas para las espaldas

Estudios realizados por un grupo de trabajadores del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (N.I.O.S.H, National Institute for Occupational Safety and Health), sobre el uso de las fajas, soportes, o correas de protección para la espalda en los centros de trabajo, determinó:

"No está probada la efectividad del uso de las fajas para la espalda, en trabajadores sin lesiones, con el fin de disminuir el riesgo de sufrir daños en la espalda. Por lo tanto, NO son consideradas como un equipo de protección, además, las fajas no mitigan los peligros a los que se ven expuestos los trabajadores por realizar repetidamente acciones tales como: levantar, empujar, halar, torcer, flexionar o extender la columna.

Para muchos trabajadores el uso de las fajas les da una falsa sensación de seguridad, creen que están protegidos de lesiones o enfermedades cuando ningún dispositivo externo, incluyendo los yesos, inmoviliza completamente o protege una parte del cuerpo.

El uso prolongado de las fajas o cinturones de seguridad, produce un aumento de la presión sanguínea, lo que predispone en la formación de hernias inguinales y varicosidades en los testículos.

El uso de la faja para la espalda puede producir un esfuerzo temporal sobre el sistema cardiovascular y en trabajadores, con un sistema cardiovascular comprometido, pueden estar en mayor riesgo cuando hacen ejercicios o trabajan con soportes en la espalda.

Las fajas o correas NO reducen considerablemente el rango de movimiento alrededor de la columna como para disminuir significativamente la carga sobre las estructuras vertebrales. Además es posible que la resistencia que proporciona

una correa pueda incrementar la carga sobre la columna, especialmente sobre el levantamiento asimétrico, debido a la necesidad de incrementar las fuerzas musculares para superar la resistencia de las fajas.

Los expertos en medicina y ergonomía (Ergonomía: ciencia que adapta el trabajo al hombre): Drs. Marie Haring Sweeney PhD, Lytt Gardner PhD, Jhon E. Parker M.D, Thomas R. Waters PhD, Jerone Flesch. MS, Stephen D. Hudock MS y Stephen S. Smith. MS de la N.I.O.S.H, afirman que las Fajas Lumbares NO reducen el riesgo de desordenes traumáticos acumulativos y lesiones de la espalda, en los centros de trabajo donde sus trabajadores los utilizan.

Basándonos en los estudios descritos y por la experiencia en el ejercicio nos atrevemos a afirmar que el método más efectivo para minimizar la probabilidad de lesiones a la espalda, es desarrollar e implementar un programa ergonómico amplio. El programa debe incluir evaluaciones ergonómicas de los trabajadores y estaciones de trabajo, con el objeto de garantizar que la actividad laboral pueda ser realizada sin exceder las capacidades y habilidades físicas de los trabajadores, capacitación permanente y amplia en mecanismos y técnicas de levantamiento de cargas y un programa de vigilancia para identificar problemas potenciales del aparato osteo-muscular relacionados con el trabajo.»

El concepto del Licenciado José Luis Melo, de la Argentina, es el siguiente:

"La bibliografía sobre protectores lumbares es escasa, lo que me obliga a plantear muchos puntos como cosecha de la experiencia propia adquirida con personal a mi cargo en tareas pesadas realizadas en desembarco de material rodante en el puerto de Ibicuy, trabajos pesados en las playas ferroviarias de Holt, tareas de mantenimiento ferroviario en subterráneos y Ferrocarril Urquiza línea electrificada y encarrilamiento de material rodante accidentado en las líneas de subterráneos, premetro y FC Urquiza.

Objetivo del uso de la faja de protección lumbar

El objetivo primordial del uso de la faja de protección lumbar es reducir y/o eliminar las lesiones en la zona lumbar, e incrementar la productividad del colaborador.

Por otro lado, hay en los países con gran desarrollo, estudios e investigaciones sobre el impacto del trabajo sobre el hombre (llámese ergonomía), que se dedican a ver la eficacia o ineficacia de las fajas lumbares mediante el estudio biomecánico, de los efectos posturales, de los movimientos (levantar, sostener y mover) y de

las rotaciones con o sin carga (giros laterales en posición correcta de pie o encorvado). La efectividad consiste en averiguar en qué casos extremos puede evitar lesiones en la zona lumbar.

En los E.E.U.U. uno de los pioneros en el tema es Liberty Mutual, cuyos laboratorios biomecánicos trabajan en tres partes diferentes del cuerpo; las piernas, la zona lumbar y los brazos; en nuestras observaciones hechas en forma independiente durante los años 1994-95-96 y principios del 97 se aplicó el mismo criterio.

Según se informa en el Annual Report Liberty Mutual Research Center for Safety and Health de 1996, Ellos estudiaron el problema de la siguiente manera:

- a) El estudio sobre las piernas lo hacen usando una cámara rápida, sensores de movimientos y además usan electromiografos para el estudio caminando bajo distintas condiciones.
- b) El estudio sobre los brazos se hace empleando varios tipos de herramientas manuales y conformando puestos de trabajo de manera de poder estudiar los principios de la coordinación ojo-mano, la coordinación en tareas bimanuales, etc.
- c) El estudio sobre la zona lumbar se hace con la observación de las actividades musculares del tronco en diversas posiciones laborales.
En nuestro caso, por razones de no disponer de instrumentos, el estudio se limitó a estrictas observaciones hechas directamente en los puestos de trabajo, sin ningún tipo de alteración, es decir que no se modificó la conformación de ningún puesto de trabajo.

Con fin comparativo, nuestro estudio se hizo de la siguiente manera:

- a) En el estudio de las piernas no se utilizó ningún aparato sólo se obligó a todos los observados a utilizar calzado de seguridad y pantalón largo (en ningún caso se informó que era parte de un estudio, para evitar errores por carga psicológica).
- b) En el estudio de los brazos se utilizaron todo tipo de herramientas manuales, neumáticas y eléctricas; cada observado fue perfectamente instruido sobre el uso de la herramienta que se le entregaba para operar. Se estudió que cada herramienta fuera lo más próxima a la óptima para la tarea que se desarrollaba. Las tareas que realizaron eran de todo tipo, monomanual, bimanual (y estas últimas tanto simétricas como asimétricas).
- c) El estudio sobre la zona lumbar se realizó mediante observaciones y preguntas de confort y desconfort, como así también sobre la presencia de molestias y/o dolor.

Estudio de la biología humana

Para poder analizar los problemas que existen en la zona lumbar hay que hacer un estudio y en él se plantea con detalle todo el tema de las enfermedades para las cuales fue creado el protector lumbar.

Según lo anterior podemos decir que vamos a estudiar el efecto del uso del protector lumbar dividiendo el *esqueleto axil* (los huesos que se encuentran en medio del cuerpo o eje), y el esqueleto *apendicular* (Los huesos de los miembros),

Nota: El esqueleto axil incluye el cráneo, la columna vertebral (vértebras), las costillas y el esternón y es la parte que nos interesa.

El tema que está tratado en el anexo mencionado hay que completarlo con los movimientos del tórax al respirar, por lo que podemos comenzar diciendo que; el aire penetra en los pulmones y es expulsado de ellos debido a los cambios alternativos de la capacidad del tórax.

Dicho cambio de capacidad se debe al giro de las costillas, cuyo punto de apoyo se encuentra en las articulaciones costovertebrales; cuando las costillas se elevan, arrastran consigo al esternón, aumentando los diámetros transversales y antero posterior del tórax.

Además, se pueden observar las carillas (en las vértebras dorsales), en las apófisis transversales y en la parte posterior al perímetro del cuerpo, las cuales están destinadas a las articulaciones de las costillas.

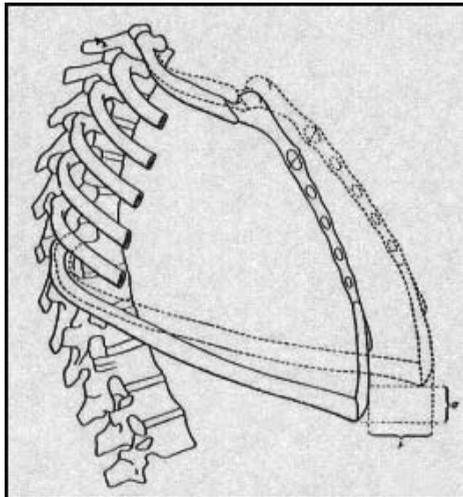


Figura 1. Esquema demostrativo de los movimientos del tórax, (expansión torácica)

La línea continua indica la posición del esternón y las costillas en la postura de exhalación completa, la línea punteada indica la posición máxima de inhalación, donde (a) es el recorrido vertical de la séptima costilla y (b) el recorrido antero-posterior de la misma.

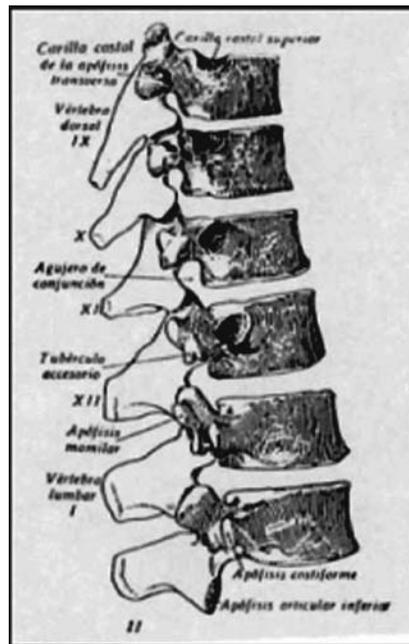


Figura 2. Articulación de las vértebras desde la IX dorsal a la II lumbar (Spalteholz)

De los diversos músculos que intervienen, se puede decir que los intercostales, se insertan en los bordes de las costillas, llenando por parejas los espacios existentes entre ellas, los intercostales internos están formados por fibras dirigidas en forma oblicua de arriba abajo y de atrás adelante.

Al contraerse los intercostales elevan las costillas, demostrando ser los músculos inhalatorios, también lo son los escalenos, los pectorales, el serrato mayor y el esternocleidomastoideo, cuando usan las inserciones extremas opuestas a las costillas como punto fijo.

Músculos inhalatorios son los serratos menores, los posterosuperior que se inserta en las apófisis espinosas de las últimas vértebras cervicales y las primeras dorsales y por afuera en la 2°, 3° y 4° costilla. El serrato menor posteroinferior

tiene su inserción interna en las últimas vértebras dorsales y en las primeras lumbares, y la externa en las cuatro últimas costillas. Están dirigidos oblicuamente, hacia abajo el superior y hacia arriba el inferior, la contracción del superior hace aumentar el diámetro del tórax.

La exhalación es en si un acto pasivo, puesto que el esqueleto tiende a recuperar su posición de reposo cuando se relajan los músculos, pero la acción de los antagonicos ayuda a este movimiento y sobre todo en la respiración forzada.

Los músculos exhalatorios son los intercostales internos, los abdominales recto anterior, oblicuos y transverso, que se insertan por arriba de las últimas costillas o en los cartílagos costales

Un muy importante músculo respiratorio es el diafragma, éste está ubicado en forma transversal al tórax y separa el tórax del abdomen, ver figura 3., toma como inserción toda la base del tórax y tiene forma abovedada, la función de este músculo es la de inhalador, pues al contraerse disminuye su cúpula con lo cual aumenta la dimensión vertical de la capacidad torácica.

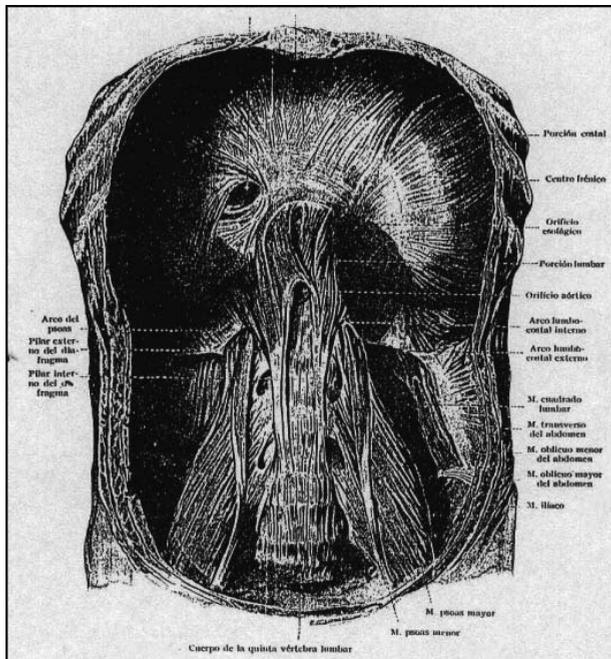


Figura 3. Diafragma con sus inserciones, visto por su cara abdominal. (Spalteholz)

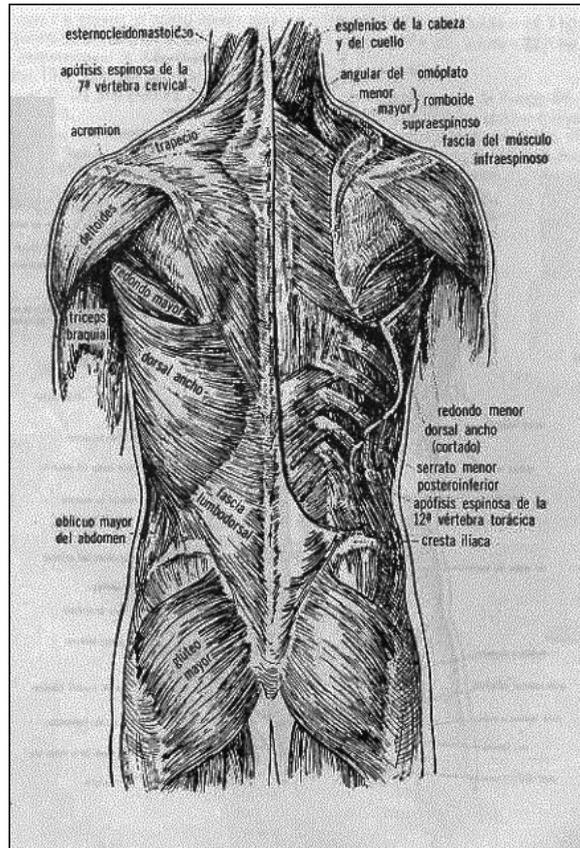


Figura 4. Músculos anchos de la región dorsal del tronco (Spalteholz)

Forma de actuar de la faja lumbar

La faja lumbar actúa sobre el hombre causándole varios efectos, unos directos y deseables (por los cuales se diseñó la faja) y otros secundarios que aparecen como consecuencia de las tareas que se llevan a cabo cuando se usa la faja, los cuales señalamos y explicamos:

1) Efectos directos:

- 1.1) Un efecto es el de empujar el diafragma hacia arriba, lo cual disminuye la contracción de los músculos de la espalda (ver figura 4), Liberty Mutual lo denomina presión intra-abdominal (IAP)
- 1.2) Otro efecto es el de aumentar la rigidez de los segmentos de la columna vertebral en la zona lumbar.

Las observaciones de Liberty mutual coinciden con las hechas en Ibicuy y Buenos Aires por el autor en lo referente a los efectos directos, pero también se observó la aparición de aumento de cargas laborales secundarias.

2) Efectos indirectos:

- 2.1) Como consecuencia del calor y la humedad reinante en Ibicuy, y en verano en los túneles del subterráneo, el personal que utilizaba faja lumbar presentó una acumulación de transpiración en la zona de contacto por lo que se vio, luego de un tiempo de trabajo, que aflojaban la faja, (algunos se limitaban a quitar presión otros a secar la transpiración y a volver a ajustarla previo descanso de una duración entre 3 y 5 minutos), o se la retiraban por las molestias que le causaba.
- 2.2) También se apreció el aumento de la temperatura en la zona fajada, que con la transpiración provocaban picazón, hinchazón y molestias (dolor) por aumento relativo del apriete.
- 2.3) Después del almuerzo, que en Argentina es abundante, el personal en el período de pruebas, en forma voluntaria, dejaba de usar la faja lumbar, por problemas digestivos; les molestaba en el vientre y les producía, en algunos casos, eructos y arcadas al agacharse)

Pre calentamiento

Todos los estudios hechos hasta el presente demostraron la importancia de un pre calentamiento previo a la realización del esfuerzo.

En el Japón previamente antes de realizar las actividades el personal de las empresas que el autor visitó, realizan ejercicios físicos, éstos, al iniciar sus actividades ya tienen el equilibrio necesario para comenzar a realizar esfuerzos; hay una mayor circulación sanguínea en el cuerpo y un ritmo más acelerado en la respiración, además tienen un buen tono muscular. Se ha observado un bajo índice de accidentes sobre todo al comienzo de las tareas, mientras que en Argentina suelen ocurrir, fundamentalmente accidentes menores al comienzo de la jornada en época invernal; el personal tiene los dedos fríos e insensibles, no controla correctamente sus movimientos, por lo que se corta o golpea con relativa facilidad y frecuencia, sobretodo en las actividades donde las manos tocan metales fríos), este problema se estudia con profundidad en el estudio de los efectos del clima.

En cuanto a la observación de la realización del pre calentamiento por parte de los deportistas no hace falta aclarar nada, y es un buen ejemplo, pues si no lo hacen corren riesgos de desgarrarse y tienen un arranque con bajo rendimiento.

Liberty Mutual realizó un estudio al respecto observando específicamente el tema de lumbalgias. En el mencionado estudio que duró según su informe: 18 meses, en el cual 70 personas con lumbalgia persistente realizaron las experiencias de realizar flexiones a la mañana. Las personas tenían un rango de edad que se encontraba entre los 30 y 60 años, y no estaban siendo tratados médicamente, ni habían sido operados de la columna vertebral, ni presentaban antecedentes de reclamos laborales; en este estudio se llenó una planilla diaria, se efectuaron cuestionarios referidos a dolores, inmovilidad y uso de medicamentos

Se hizo una recopilación de información durante los primeros 6 meses y luego se dividió el conjunto de personas en dos grupos, uno de control y otro con tratamiento, el cual realizaba en la mañana flexiones bajo control (6 ejercicios los cuales fueron eficaces).

Seis meses después el grupo controlado recibió el tratamiento. La información completa no llegó a manos del autor, pero se da por descontado que aquel fue positivo.

En los grupos observados que trabajaron en Argentina se obtuvieron resultados similares pese a la diferencia en la forma de realizar el estudio, por medio de observaciones directas de las personas, preguntas del estado de salud (existencias o no de dolores lumbares, rigidez de cintura, malestares, etc.), al comienzo y finalización de las tareas, eventualmente en el caso de recurrir al servicio médico se solicitó el diagnóstico.

La edad de las personas observadas oscilaba entre los 21 y 50 años, habiendo quienes no tenían ningún antecedente de problema en la columna vertebral, y personas que en algún momento padecieron de lumbalgias, ninguna persona del grupo tuvo operaciones de columna, ni de las articulaciones.

En el grupo de Ibicuy siempre hubo dos subgrupos, el pasivo no hacía actividades previas al trabajo, y el activo, realizaba actividades previas tales como caminatas, trotes, o práctica de deportes).

El grupo que tenía actividades en Subterráneos, Premetro y FC Urquiza nunca hizo tareas previas antes de comenzar a trabajar en el taller; en el caso de tareas pesadas en descarrilamientos, generalmente ya habían trabajado algún tiempo en los talleres, pero tenían al menos una hora de descanso, antes de actuar en la emergencia.

El resultado fue que el personal con actividad previa no tenía dolores o molestia alguna en el desarrollo de las tareas, salvo el caso de movimientos excesivos (como se aclarará más adelante).

En el grupo de personal sin actividades previas aparecían al cabo de una hora o más, personas con molestias o dolores de lumbago, en las cervicales o articulaciones de las extremidades. En todos los casos, al ser cuestionados, se detectó que ya habían tenido problemas y en la mayoría (personas de más de 35 años), en forma cíclica; en observaciones posteriores se observó que después de un pico de dolor o molestias, estas personas controlaban sus movimientos y paulatinamente iban ganando confianza y dejaban de cuidarse hasta la aparición del problema nuevamente, después de varios días o semanas.

En observaciones detalladas se encontró que las personas con problemas en las cervicales trabajaban en tareas de foso (trabajo de observación o trabajo manual a una altura sobre los hombros), el personal con problemas en las articulaciones trabajaba con herramientas manuales, no siempre las más adecuadas, ni en buen estado, no tenían buena instrucción de procedimientos de trabajo ni biomecánica, por último, las personas con problemas en la zona lumbar trabajaban en tareas por debajo de la cintura, encorvada, sin instrucción como el anterior grupo y con escasa dotación de herramientas.

RESULTADOS CONCRETOS

Ya fueron mencionados algunos efectos, pero para dar un mejor detalle los vamos a reiterar.

Luego de realizada la experiencia con las personas se determinó que el uso de la faja de protección lumbar tenía las siguientes consecuencias:

- 1) El personal al cual se le entregaba la faja de protección lumbar, recibió el elemento con muy buena predisposición, trabajaba con más confianza, aumentaba el ritmo de trabajo, inclusive dejaba de preocuparse por el control de los movimientos, velocidad, amplitud, rotación de la columna, rotación con flexión de la columna vertebral, etc. (Efecto psicológico)
- 2) Como consecuencia del uso de la faja de protección se notó que todos aquellos que la tenían colocada con corrección pese al aumento de ritmo y confianza, la amplitud de los movimientos era menor, por la restricción que le generó lo apretado de la faja. En consecuencia diremos que aumentaron la eficiencia (ritmo) y bajaron la eficacia (precisión), de los movimientos.
- 3) Con el calor y/o humedad la faja genera molestias de picazón, hinchazón y si no se afloja, termina presionando y generando molestias.

- 4) Después de comer o beber mucho el personal llegó a tener problemas digestivos como consecuencia de la presión de la faja de protección (arcadas, eructos y malestar, como sentir apretado el vientre).
- 5) Cuando se realizaban trabajos violentos en cuanto a movimientos y esfuerzo, la faja en muchos casos llegó a molestarlos, por lo que la aflojaban.
- 6) En movimientos de flexión combinada con rotación, las limitaciones que efectuaba la faja eran pocas, al igual que la flexión simple.
- 7) La aparición de lumbalgias surgió tanto en las personas reacias al uso de la faja como en los adictos:
 - 7.1. Las lumbalgias se dieron con más frecuencia en las personas con antecedentes que en los que nunca la tuvieron.
 - 7.2. Prácticamente todas las personas con antecedentes tuvieron más de una vez dolores en el transcurso de los dos años de observación.
 - 7.3. Las personas con más de 35 años fueron las más afectadas
 - 7.4. Se dio el caso de hernias de disco en personas jóvenes; cabe destacar el caso de una persona de 22 años sin antecedentes de ninguna índole, perfectamente sano quien a pesar de usar la faja de protección lumbar se hernió al tratar de levantar un boggie descarrilado en una rampa, por medio de una barreta usada como palanca y apoyada sobre un taco que a su vez se apoyaba en un durmiente.

VERIFICACIÓN ANATÓMICA

Según lo visto con respecto a los músculos del tronco podemos decir:

- 1) De acuerdo con lo que se aprecia en la figura 5, la faja de protección lumbar no afecta el punto de apoyo de la columna vertebral en el sacro (L5-S1), por lo tanto, cualquier golpe en las plantas de los pies en posición de parado, o en el coxis, protuberancias isquiales, nalgas en posición de sentado, o cualquier choque (golpe) en el cuerpo en dirección de los pies a la cabeza, que esté alineado al eje de la columna o tenga una alineación aproximada, o viceversa (de la cabeza hacia abajo), es absorbido por las articulaciones, especialmente la sacro-lumbar (disco L5-S1).
Es decir toda la carga del golpe es absorbida por la mencionada articulación independientemente si se usa faja o no.

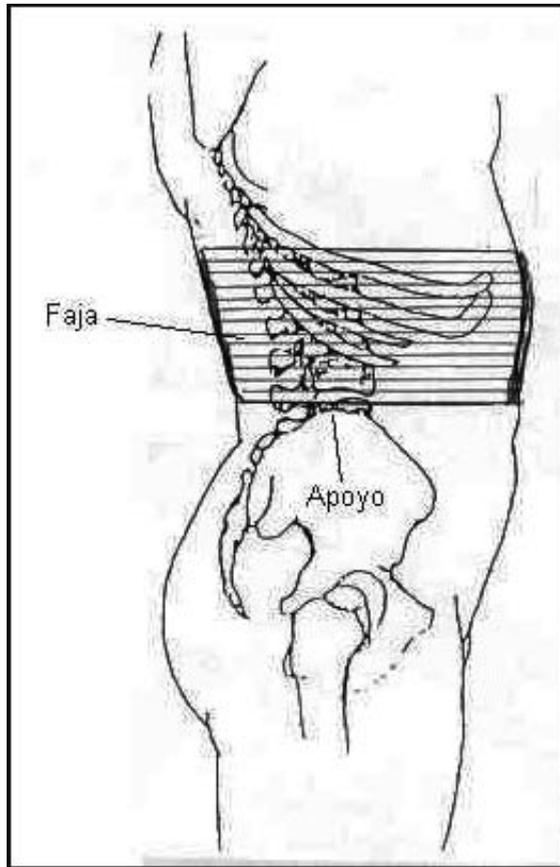


Figura 5. Posición de la articulación L5-S1 (punto de apoyo de la columna lumbar en el sacro).

- 2) Según se observa en la figura 6. el uso de la faja no puede afectar los músculos largos de la región dorsal del tronco donde están los extensores que como se mencionó, inclinan la columna vertebral hacia atrás o la yerguen y mantienen en posición erecta al individuo.

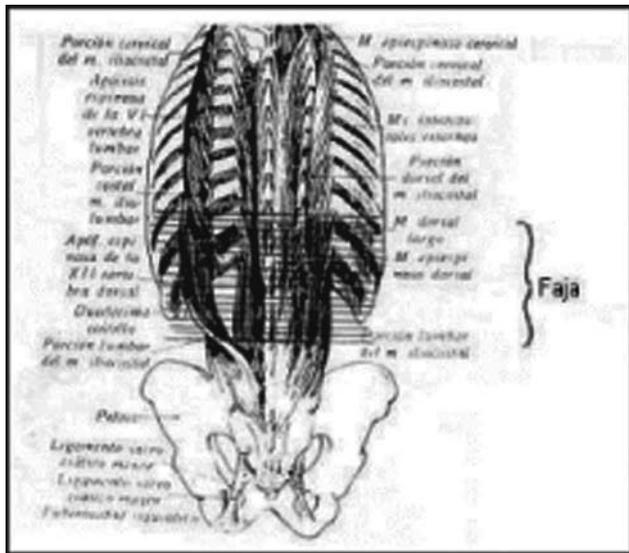


Figura 6. La faja frente a los músculos largos de la región dorsal

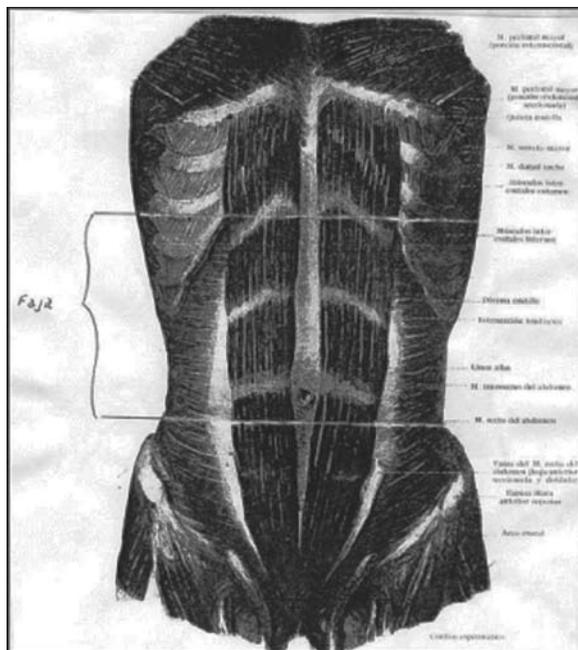


Figura 7. La faja frente a los músculos rectos y transversos de las paredes del abdomen

La flexión del tronco hacia adelante está dada por varios músculos, cuatro de ellos forman la pared del abdomen que también mantienen las vísceras en su posición.

- 3) El recto mayor del abdomen que es un músculo alargado, se extiende desde la parte delantera de las costillas hasta el pubis, (como se ve en la figura 8.) es uno de los músculos responsables de inclinar el cuerpo hacia adelante, es tomado por la faja y el conjunto de los otros tres músculos abdominales (el oblicuo mayor, el oblicuo menor y el transverso) que también son afectados (ver figuras 8. y 9.)

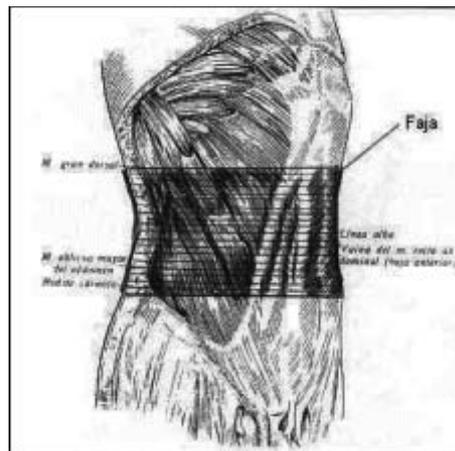


Figura 8. Faja tomando los músculos superficiales de la pared abdominal

- 4) Al contraerse bilateralmente, los oblicuos flexionan el tronco reforzando la acción del recto mayor; son sostenidos por la faja y se tiene que el transverso más que movimiento, hace de contención de las vísceras.

Por lo expuesto en este punto y el anterior tenemos que la faja hace de zuncho sobre estos músculos y la persona al inclinarse, hacia adelante o hacia los costados (inclinación hacia adelante con rotación), contrae los músculos por consiguiente hay una expansión hacia fuera, la cual no se puede lograr por el efecto de la faja, por lo tanto, lo hacen hacia adentro presionando los órganos internos. Produciendo efectos negativos sobre la digestión.

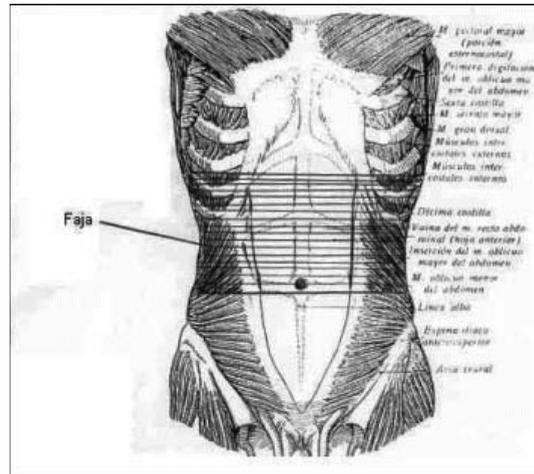


Figura 9. Posición de la faja sobre la segunda capa de músculos de la pared abdominal.

- 5) Los músculos flexores que actúan junto con los dos músculos de los lomos, el cuadrado lumbar, además del psoasiliaco, (ver figura 10.), no son afectados por el uso de la faja de protección lumbar, dada la ubicación en que se encuentran.

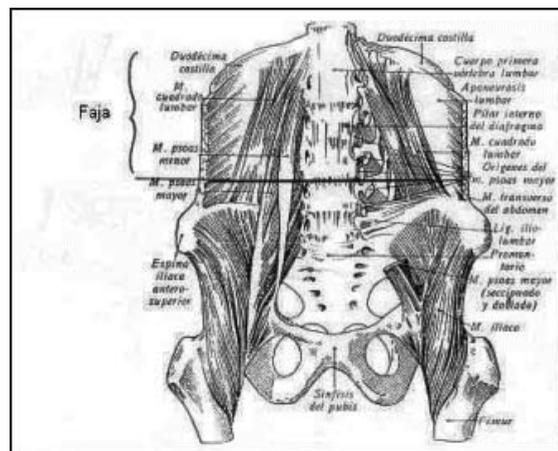


Figura 10. La faja frente a los músculos lumbares vistos por delante

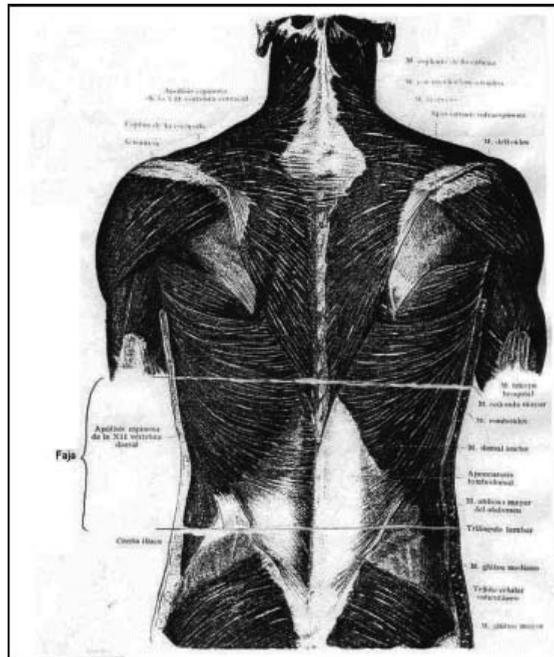


Figura 11. La faja de protección lumbar sobre los músculos anchos de la región dorsal del tronco

CONCLUSIÓN FINAL

Dados los resultados de las observaciones la faja de protección lumbar tiene una efectividad relativa que se pierde totalmente y llega a ser negativa por la sobreexigencia que se dan los usuarios por exceso de confianza, dado por el efecto psicológico de su utilización (esto si se usa correctamente).

Si se usa en forma incorrecta no tiene valor alguno de protección y el exceso de confianza hace cometer errores que llevan a causar accidentes musculares que afectan más al individuo que si no la usara.

Los efectos negativos se dan tanto en las personas sanas como en las que tienen antecedentes de enfermedad, tales como lumbalgias, dosalgias hernias, pinzamientos, etc.

POR LO TANTO NO SE RECOMIENDA SU USO



LEVANTAMIENTO DE MATERIALES

Técnica para levantamiento y descargue de materiales

Al levantar objetos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Considerar tamaño y peso del material a levantar, no debe levantarse una carga superior a la que pueda manejarse cómodamente.

La resolución 2400 de 1979, Título 10 Artículo 392, establece los límites máximos para levantamiento y transporte frecuente de cargas.

LEVANTAMIENTO	
HOMBRES 25– 35 años	25 Kg.
MUJERES 25 – 35 años	12,5 Kg.

- El trabajador siempre debe tener visibilidad sobre el recorrido a seguir y nunca transportar una carga que no permita la visibilidad por encima o al lado de la misma.
- Debe acercarse lo que más pueda al objeto ubicando una pierna delante de la otra.

- Ubicarse en cuclillas manteniendo siempre la espalda recta y meter la barbilla para mantener alineado el cuello.
- Agarrar el objeto utilizando toda la palma de la mano y si no es posible, debe usar ayudas como manillas, ganchos o cualquier otro medio de sujeción.
- Cada mano debe ubicarse en extremos opuestos del objeto para balancear la carga con precaución de no ubicarlas en zonas donde puedan ser pellizcadas.
- Juntar la carga al cuerpo, mantener los brazos y codos pegados al tronco para aumentar la estabilidad.
- Mantener el peso del cuerpo en la base conformada por los pies, para asegurar un mejor impulso y mayor equilibrio.
- Para levantar un objeto a la altura de los hombros, elevarlo primero a la cintura, apoyarlo sobre la cadera u otra superficie firme, cambiar la acomodación de las manos y continuar el movimiento hasta elevarlo a la altura de los hombros, manteniendo siempre la espalda recta.
- Incorporarse realizando la fuerza con la musculatura de las piernas y brazos, nunca de la espalda pues este esfuerzo ocasiona lesiones en las vértebras lumbares de la columna. Además, en el envión debe contraerse la musculatura abdominal para evitar hernias.
- Si el objeto es demasiado pesado, debe manipularse entre dos o más personas, en este caso una de ellas se encargará de dirigir todo el movimiento.
- Para descargar realizar el procedimiento inverso.
- Para descargar un objeto sobre un banco o mesa, colocarlo primero sobre un borde y empujarlo desde la cara frontal para evitar atrapamientos de las manos.

Manejo de materiales con formas especiales

Manipulación de cajas y bultos

- Sujetar los extremos superior e inferior, de cajas o bultos, apoyando las esquinas entre las piernas.
- Para levantarlos hasta la altura del hombro hacer un primer movimiento hasta la cintura, dejar que el saco descansa sobre muslo y abdomen, luego darle la vuelta y de un solo envión llevarlo hasta el hombro.
- Cuando el peso quede en el hombro debe inclinar un poco el tronco y colocar la mano en la cadera para distribuir el peso entre el hombro y la espalda.

Manipulación de canecas o tambores

- Verificar el peso de la caneca y la posibilidad de ayudas mecánicas como volteadores de canecas.
- En posición de cuclillas ubicarse frente a uno de los extremos del tambor, con las manos entre las piernas sujetar la caneca por sus pestañas.
- Iniciar el levantamiento de la caneca sobre uno de sus ejes, manteniendo siempre la espalda recta.
- Si el levantamiento se hace entre dos personas, cada una se ubicará de forma lateral al tambor. Con una mano sujetará la pestaña del extremo a levantar y con la otra empujará hacia abajo el extremo contrario, a medida que se incorpora la caneca se soltará el extremo inferior para evitar atrapamiento de las manos.

Manipulación de cilindros

- Limpiar la superficie del cilindro que va a ser sujeta para evitar deslizamientos.
- Una vez incorporado el cilindro y de ser necesario subirlo a superficies con altura diferente al piso, flexionar las rodillas y apoyar el cuerpo del cilindro sobre los muslos, mientras con un movimiento de balanceo se impulsa el extremo inferior del cilindro hasta elevarlo a la altura de la superficie requerida.
- Cuando los cilindros estén llenos o tengan un gran peso, utilizar la ayuda de otra persona. En este caso cada uno se ubicará a los lados del cilindro y se realizará un movimiento similar al ya descrito.

Manipulación de objetos largos

- Verificar que exista suficiente espacio para el levantamiento y eliminar cualquier obstáculo frente o sobre el área de trabajo.
- Cuando se manipule más de un objeto a la vez (varillas, tubería de diámetro menor), inmovilizarlos amarrándolos para evitar la caída de alguno de los objetos y así, manipularlos como si se tratara de uno sólo.
- Si el objeto manipulado tiene extremos cortantes, se hace necesario utilizar hombreras.
- Manteniendo la posición de cuclillas, levantar los objetos desde las puntas, hasta llevarlos al hombro.
- Con la punta en el hombro iniciar el levantamiento hasta que el objeto quede soportado por la mitad en el hombro.

- Cuando el levantamiento se efectuó entre dos personas, ubicarse en forma lateral al objeto (cada uno en lados diferentes), la persona que se encuentre adelante coordinará el movimiento, que consistirá en un levantamiento hasta el hombro y una posterior incorporación haciendo fuerza con la musculatura de las piernas.

TRANSPORTE DE MATERIALES

Transporte manual

El transporte manual de cargas suele ser lento y peligroso. Los pesos y distancias transportadas generalmente son pequeños, no obstante, es una actividad que se realiza en las diferentes etapas de los procesos productivos. Durante su realización es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- Antes de transportar el objeto el trabajador debe conocer la distancia de recorrido y el tiempo aproximado de duración de la operación, a mayor distancia y peso los agarres se debilitan y aumenta el riesgo de accidente.
- Se deben utilizar elementos de protección personal según las características del material a transportar (protección respiratoria, guantes, hombreras, trajes impermeables, etc.).
- Durante el transporte de cargas se debe garantizar que no existan obstáculos en las trayectorias de recorrido.
- Las cargas deben ser transportadas de forma que no obstaculicen la visibilidad.
- Cuando no sea posible levantar una carga por su peso, dimensiones o forma, es preferible empujar y no halar.
- Para empujar una carga, incline el cuerpo hacia ella manteniendo siempre la espalda recta y las piernas separadas y flexionadas ligeramente. La fuerza de desplazamiento debe realizarla con los músculos de los brazos y las piernas.
- Durante el transporte de baldes o paquetes, el operario debe distribuir el peso en cada mano para balancear el tronco y evitar desviamientos de la columna.
- Para transportar bultos o cajas, éstos deben adosarse al cuerpo o levantarse sobre el hombro, utilizando ambas manos y manteniendo el cuerpo recto.
- El transporte de materiales peligrosos, tóxicos, corrosivos o calientes debe realizarse en los recipientes adecuados y utilizando los elementos de protección personal necesarios en cada caso.

- Al transportar objetos de formas irregulares, utilizar manijas, canastas, palancas u otras plataformas que permitan aumentar la superficie de contacto para el agarre.
- Durante el transporte de una caneca, ha de inclinarla ligeramente sobre uno de sus extremos y desplazarla haciéndola girar sobre si misma.
- Cuando la caneca es de gran peso, se hace necesario voltearla para transportarla horizontalmente haciéndola rodar sobre su costado, siempre verificando previamente que se encuentre herméticamente cerrada y que la sustancia contenida pueda ser agitada de esta forma sin generar riesgos adicionales (carga estática, aumento de presión, etc.).
- La caneca debe ser empujada con las manos ubicadas en el costado lateral. No debe empujarse con los pies, ni dejarla rodar sola.
- Para cambiar la dirección de desplazamiento, la caneca debe ser agarrada con las manos por los bordes para girarla sobre su propio eje.
- Para transportar objetos largos debe hacerse sobre el hombro, manteniendo el extremo delantero elevado para evitar golpear a otros trabajadores.
- Debe evitarse el contacto con cables eléctricos u otros obstáculos elevados que puedan generar riesgos adicionales.
- Cuando dos personas transportan un objeto largo, cada uno de los operarios debe utilizar el hombro contrario para equilibrar la carga (persona adelante hombro izquierdo, persona atrás hombro derecho o viceversa). Siempre la persona que esté adelante dirigirá la operación.

TRANSPORTE CON AYUDAS MECÁNICAS

Carretillas manuales

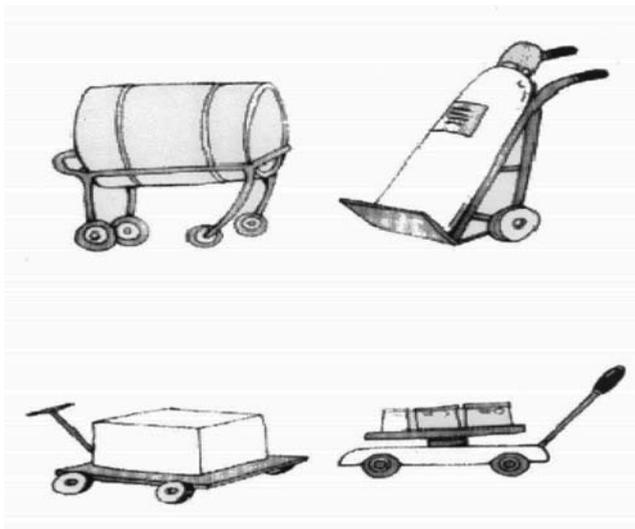
Estas ayudas tienen diversos diseños según sean para transportar cilindros, canecas, cajas, bultos, gatos hidráulicos, entre otras. Algunas recomendaciones para su manejo son:

- Conservar el centro de gravedad de la carga tan bajo como sea posible, colocar los objetos pesados bajo los livianos.
- Desplazar la carga hacia adelante para que el peso sea desplazado por el eje y no por las manijas.
- Acomodar e inmovilizar adecuadamente la carga para evitar que se desplace y caiga.
- No retroceder con la carretilla.
- Al transitar por un piso desnivelado dejar la carretilla por delante.

- Transportar los materiales a baja velocidad evitando pasar por encima de obstáculos o desniveles presentes en el suelo.
- Las carretillas solamente deben ser usadas para el fin particular para el que fueron diseñadas.

Carretillas mecánicas manuales

Estas carretillas, a diferencia de las manuales, cuentan con un sistema de impulsión generalmente eléctrico y un operario a pie que lo acciona. Algunas recomendaciones para su manejo son:



- No manejar la carretilla con las manos húmedas o con grasa
- Ubicarse con la manija hacia delante, caminando por un lado de la carretilla.
- Las horquillas deben introducirse por completo en la estiba, verificar su estabilidad antes de movilizarla.
- Transportar solamente las cargas que estén dentro de la capacidad del vehículo.
- No transitar con cargas altas que dificulten la visibilidad.
- Cuando la carga resulte inestable o irregular, debe ser transportada en canastas o sobre estibas con cintas retráctiles que aumenten la estabilidad.
- Transitar a baja velocidad, deteniéndose por completo en las esquinas o cruces con deficiente visibilidad.

- No pasar sobre objetos esparcidos en el camino.
- Estacionar las carretillas en los lugares asignados para no obstaculizar los pasillos de circulación.
- Seguir todas las recomendaciones del productor para las operaciones de carga de baterías y mantenimiento de la máquina.

Otras ayudas mecánicas

Entre otras ayudas mecánicas se pueden mencionar los transportadores, grúas, montacargas y automotores de carga. Algunas recomendaciones a tener en cuenta son:

- Los transportadores deben tener resguardos en todos aquellos puntos en donde puedan generar atrapamientos.
- Antes de dar marcha, el transportador debe estar completamente asegurado y ubicado adecuadamente sobre las superficies de trabajo.
- En los lugares de trabajo donde transiten grúas o montacargas, debe existir señalización preventiva que lo indique.
- Antes de accionar las grúas o montacargas se deben inspeccionar los sistemas de seguridad y las condiciones generales de funcionamiento del equipo.
- Solamente el personal autorizado podrá manejar las grúas, montacargas u otros automotores para transporte de materiales.
- No se debe transitar por sitios donde existan cargas suspendidas por grúas o montacargas.
- Para izar una carga se deben usar eslingas o cadenas apropiadas y resistentes. Se debe realizar un levantamiento de prueba de la carga y levantarla evitando balanceos de la misma.

Sogas, cadenas y eslingas

- En las sogas debe evitarse dobleces o nudos, porque pueden generar tensiones exageradas que terminarían deteriorándola.
- Las sogas no deben arrastrarse ni almacenarse sucias o mojadas, para evitar su deterioro.
- Antes de usarlas se deben examinar sus partes exteriores para identificar deterioros que hagan peligrosa su utilización.
- Cuando las sogas se usen en lugares donde hay sustancias ácidas o cáusticas, deben ser inspeccionadas periódicamente y reemplazarlas cuando sea necesario.

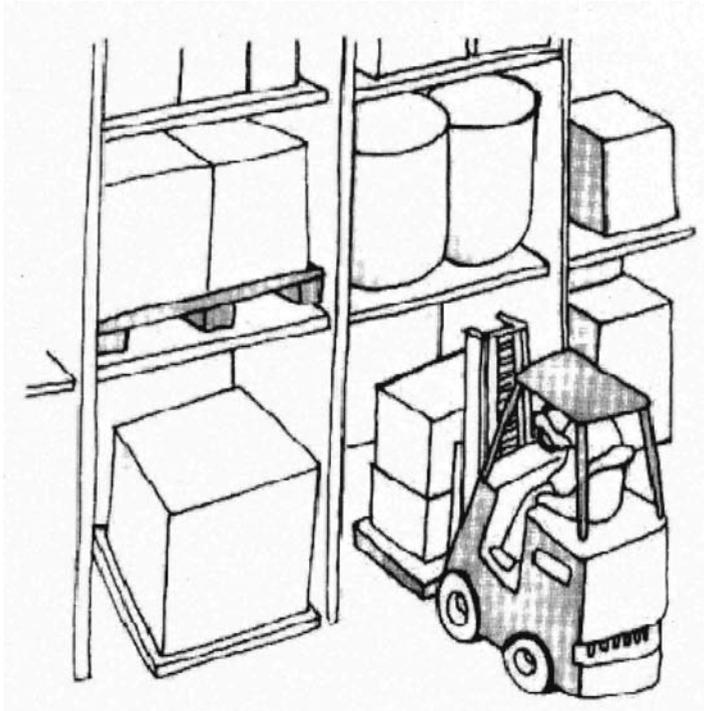
- Las cadenas o cables metálicos deben lubricarse periódicamente.
- Los cables utilizados para levantamiento de cargas no deben ser sometidos a trabajos que excedan $1/5$ de su capacidad de ruptura para mantener un amplio margen de seguridad.
- Se deben inspeccionar los accesorios como abrazaderas y ganchos para verificar su correcto funcionamiento.
- Nunca debe empalmarse una cadena insertando un perno entre dos eslabones ni tampoco debe pasarse un eslabón a través de otro e insertar un clavo o perno para unirlos.
- Las cargas deben levantarse gradual y uniformemente haciendo un levantamiento de prueba para asegurarse que la carga esté bien sujeta.
- Los accesorios de las cadenas deben fabricarse del mismo material al cual van unidos.
- Las cadenas deben ser almacenadas en un sitio seco cubierto y evitando su contacto con sustancias corrosivas u oxidantes.

ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

El almacenamiento ordenado y planificado reduce los costos del proceso productivo y reduce la probabilidad de accidentes. Para ello deben tenerse en cuenta condiciones como la naturaleza de los objetos almacenados, los riesgos de los mismos, tamaños, técnicas de almacenamiento, empaques y manipulación.

Los factores de riesgo derivados de un almacenamiento no planificado son:

- Golpes
- Caídas de materiales
- Incendio
- Explosiones
- Derrames
- Accidentes químicos



Para el almacenamiento se debe:

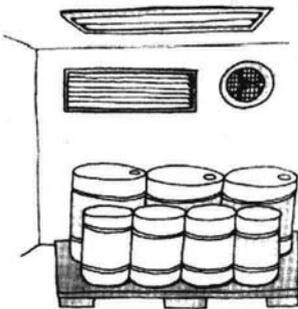
- Permitir el fácil acceso a los extintores y demás equipos de lucha contra incendio.
- Mantener permanentemente despejadas las salidas para el personal, sin obstáculos.
- Las válvulas, interruptores, cajas de fusibles, tomas de agua, señalizaciones, instalaciones de seguridad no deben quedar ocultos por bultos, pilas, etc.
- Los pasillos de circulación -demarkados- deben estar constantemente libres de obstáculos.
- Utilizar casco cuando hay movimiento aéreo de materiales.
- Las pilas de materiales no deben entorpecer el paso, estorbar la visibilidad o tapar el alumbrado eléctrico.
- Los materiales se deben depositar en los lugares destinados para tal fin.
- Respetar la capacidad de carga de las estanterías, entrepisos y equipos de transporte.

- Al depositar materiales comprobar la estabilidad de los mismos.
- Para recoger materiales, no se debe trepar por las estanterías. Utilizar las escaleras adecuadas.
- Las pilas de materiales que puedan rodar, tambores, deben asegurarse mediante cuñas, tacos o cualquier otro elemento que impida su desplazamiento.
- Evitar pilas demasiado altas.
- Para bajar un bulto de una pila, no colocarse delante de ella, sino a un costado.

Una planeación en el almacenamiento debe asegurar las siguientes condiciones:

- Mantener despejado el acceso a los extintores, mangueras contra incendios, pulsadores de alarma, equipos de primeros auxilios, luces, interruptores y cajas de control eléctrico.
- Respetar las áreas de tránsito de personas y circulación de equipos de ayuda mecánica.
- Permitir la identificación rápida del material almacenado, así como la visualización de las indicaciones de los embalajes que adviertan sobre posibles riesgos adicionales tales como: incendio, explosión, derrames, contactos con sustancias químicas, entre otros.
- Facilitar la acomodación, retiro y manipulación de los materiales almacenados.

ALMACENAMIENTO INTERIOR



Los almacenamientos interiores se pueden dividir en categorías de acuerdo con su estado en el proceso de producción, a saber: Materias primas en espera de proceso fabril, partes terminadas en espera de usarse en manufactura, suministros, equipos auxiliares y de manejo de material, artículos fabricados entre operaciones, desechos y reproceso y producto terminado.

La identificación de los tipos de almacenamiento facilita la planificación de los mismos. El almacenamiento en piso es el sistema de menor eficiencia y consiste en almacenar los artículos en un solo nivel en forma aleatoria. En él se utiliza el apilamiento o el almacenamiento en bloque.

También se puede almacenar en anaqueles y estantería estática. Este sistema utiliza más eficientemente el espacio cúbico pero requiere de mayor área ya que se debe contar por lo menos con un pasillo por cada dos filas de almacenamiento

En los almacenamientos interiores se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

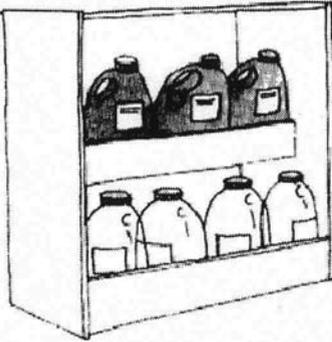
- Cuando se almacenen materiales pesados en el interior de edificaciones, debe tenerse en cuenta la resistencia de pisos y estanterías.
- Cuando los estantes o columnas puedan ser sometidos a choques o golpes de montacargas u otros vehículos, deben protegerse con ángulos de concreto o acero en la parte inferior de los mismos.
- Los pasillos que tienen tránsito de vehículos deben tener un ancho mayor a 90 centímetros. Si los vehículos realizan giros dentro de los pasillos, el ancho debe permitir la maniobra total del vehículo.
- Los montacargas con contrapeso requieren pasillos de por lo menos 3,6 metros con estantería en ambos costados.
- Los pasillos y zonas de carga y descarga deben permanecer libres de obstáculos.
- Los materiales deben ser apilados en forma cruzada sobre tarimas o estibas para facilitar su manipulación y garantizar su estabilidad.
- Los pisos deben estar demarcados indicando las áreas de almacenamiento y circulación.
- Cuando se transite con montacargas las bodegas de almacenamiento deben contar con señalización preventiva, espejos retrovisores en las intersecciones de pasillos y adecuado nivel de iluminación natural o artificial.
- Las alturas máximas de apilamiento deben definirse previamente en consideración a las especificaciones de los productos almacenados, dimensiones de la estantería, peso y estabilidad del apilamiento.
- Cuando se almacene en estantería los materiales de mayor peso deben ubicarse en las zonas más bajas.
- Los apilamientos deben ser homogéneos, cuando los elementos almacenados tengan formas irregulares se introducirán en canastas o se almacenarán sin apilamiento sobre estibas.

- Las bodegas de almacenamiento deben contar con los equipos de detección y extinción de incendios necesarios, según la carga de combustible y la expectativa de fuego que presenten los materiales almacenados.
- Los bultos se almacenarán en pilas entrapadas, con la boca de éstos hacia la parte interna de la pila.
- Las cajas se estiban en bloques (una encima de otra). cuando tengan formas homogéneas, apoyando las cuatro esquinas, los bordes no deben sobresalir de la estiba, el corrugado de las cajas debe ir en posición vertical y no se deben sobrepasar la altura máxima recomendada por el fabricante. De ser necesario se puede recubrir con plástico retráctil para aumentar la estabilidad.
- Se deben utilizar estibas y montacargas para hacer arrumes más altos del alcance manual del trabajador, no usar las cajas como escalones, ni subirse sobre los estibamientos.
- Las estibas utilizadas para hacer arrumes verticales de varios niveles deben ser de doble cara y no tener espacios entre tablas mayores a 1/6 del ancho de la caja que contengan.
- Cuando las pilas alcancen una altura mayor de 1,5 metros, deben construirse en forma escalonada formando una pirámide, lo cual se logra eliminando una fila del apilamiento por cada metro de altura adicional.
- Las cajas y bultos deben retirarse desde la parte superior del apilamiento o estibamiento, para evitar que los materiales se desplomen.

ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PELIGROSOS

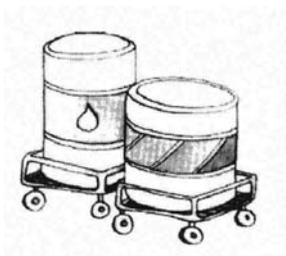


- Si los materiales son tóxicos, inflamables o explosivos, deben almacenarse en sitios especiales y aislados.
- Deben utilizarse los elementos de protección adecuados cuando se trabaje en las proximidades de material tóxico.



- Los solventes y materiales inflamables deben almacenarse en edificaciones con ventilación, sistemas eléctricos antiexplosivos, con polo a tierra para los recipientes (canecas, tambores, garrafas, galones), cada recipiente debe estar señalizado indicando el producto contenido, los riesgos y las medidas a seguir para atención de emergencias.

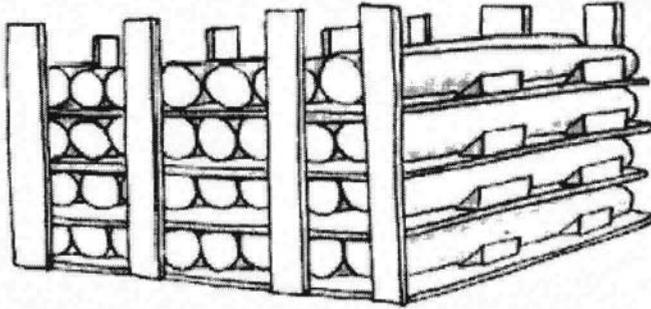
- En el almacén no deben recibirse recipientes deteriorados con materiales peligrosos. Éstos han de devolverse inmediatamente al proveedor.
- Los tambores con líquidos peligrosos deben colocarse en estantería, no en pilas.
- No almacenar sustancias químicas peligrosas en recipientes de vidrio o en cercanía de fuentes de calor o de luz solar, el contenido puede explotar y las botellas pueden concentrar la luz y encender combustibles cercanos.
- Para la ubicación de materiales peligrosos en el almacén, es muy importante tener en cuenta las posibles interacciones que pueden presentarse entre ellos.
- Mantener un adecuado nivel de iluminación artificial en el almacén para reducir errores por manipulación de las sustancias químicas.
- El piso del almacén debe ser de material resistente y de baja absorción.
- Se debe contar con un piso con desnivel y un sistema de contención primaria que permita la recolección de líquidos derramados.



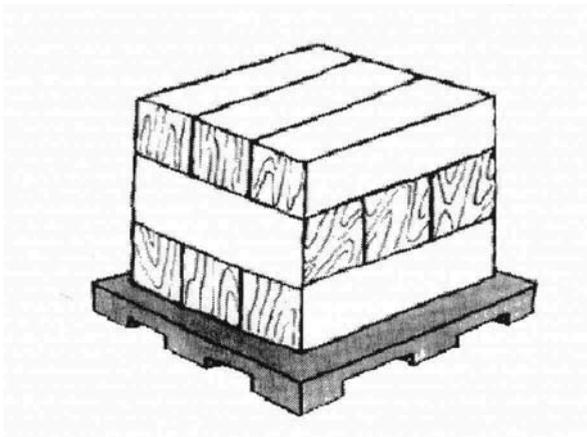
Mantener limpios los pisos y no permitir que se vuelvan resbalosos.

- En los almacenes donde se manipulen y almacenen líquidos peligrosos y corrosivos, debe existir una ducha de emergencia y lava ojos.
- Las fichas de seguridad de los productos peligrosos deben estar disponibles en las áreas de almacenamiento.

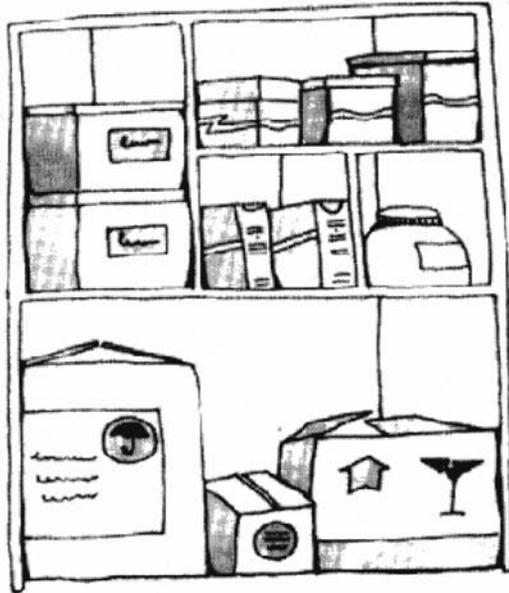
OTROS ALMACENAMIENTOS



- Las varillas y tubos deben estar apilados y bien asegurados para evitar que se rueden.
- Las barras se almacenan con separadores de madera o de metal interpuestos entre ellos y bloqueados para evitar rodamientos y deslizamientos.
- Los tabloncillos de madera se deben almacenar en forma entabada.



- Las garrafas deben almacenarse en bastidores apropiados o compartimentos especiales, los envases de vidrio se almacenan en los niveles inferiores de la estantería.
- Las botellas de gases comprimidos deben ser almacenadas en posición vertical sobre pisos firmes y aseguradas firmemente sobre una pared.



APARATOS PARA IZAR

Concepto

Vamos a ver los aparatos y equipos de transporte de materiales y cargas en desplazamientos verticales y horizontales en el interior y exterior de talleres y almacenes.

Ejemplos de aparatos de elevación de cargas son: grúas, puentes-grúa, maquinillas, polipastos, etc. Además de incluir los aparatos de elevación, también se tienen en cuenta sus accesorios (ganchos cadenas, eslingas, etc.) así como las propias cargas que se utilizan en la elevación.

Riesgos asociados

- Caída de objetos por deficiente sujeción de la carga.
- Caída de objetos desprendidos por ausencia de mantenimiento de los aparatos y/o de los equipos (ganchos, cables, etc.).

- Choques contra objetos móviles por oscilación de la carga.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atrapamiento por o entre objetos móviles de los aparatos de elevación.
Condiciones de seguridad de los aparatos
- Todos los elementos que constituyen las estructuras, mecanismos y accesorios de los aparatos serán de material sólido y de resistencia adecuada al uso al que se les destina.
- Se confirmará la solidez y firmeza del suelo donde se fijen los aparatos de elevación.
- Se asegurará que la carga máxima admisible, en kilogramos, de cada aparato esté marcada y sea fácilmente legible.
- Nunca sobrepasar la carga máxima admisible.
- Llevar un libro de registro donde se anoten fechas, revisiones y averías.
- Establecer un programa de mantenimiento de los aparatos de elevación:
Diariamente el operador revisará todos los elementos sometidos a esfuerzos. Trimestralmente se revisarán a fondo los cables, poleas, frenos, controles eléctricos, sistemas de mando, dispositivos de seguridad, etc.

Manipulación de cargas

Antes de elevar la carga, considerar:

- ¿Cuál es el peso de la carga?
- ¿Cuál es la carga máxima admisible del aparato de elevación?
- ¿Dónde está el centro de gravedad de la carga?
- ¿Cómo asegurar la carga?
- ¿Quién es el responsable del control de las operaciones?
- Asegurarse que la carga está equilibrada. Para ello, levantar ligeramente la carga y observar. En caso de desprendimiento de la carga, el daño sería mínimo.
- Transportar las cargas bien sujetas. Los cables trabajarán en posición y ángulos adecuados (ángulo máximo, 90 grados)
- Las operaciones de elevación y descenso de las cargas se realizarán lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca, y se harán, siempre que sea posible, en sentido vertical para evitar el balanceo.
- Instruir a las personas encargadas del manejo de los aparatos de elevación y de efectuar la dirección y señalización de las maniobras.
- Dar a conocer a dichas personas el cuadro de ademanes para el mando de artefactos de elevación.

- Establecer vías de circulación de cargas suspendidas que eviten pasar por encima de los puestos de trabajo.
- Emplear uno o varios trabajadores para efectuar las señales adecuadas de maniobras de cargas, cuando se manipulen cargas por zonas o recorridos por los que deban pasar las personas y que no queden dentro del campo de visión del maquinista.
- Se prohíbe transportar a personas sobre cargas, ganchos o eslingas.
- Cualquier anomalía que se observe en uno de estos equipos debe ser reparado inmediatamente. Hasta que no se repare, su uso debe estar prohibido.
- Nunca se superará el límite de carga de los equipos de elevación y transporte. Cuando accidentalmente uno de estos equipos haya sido sobrecargado, deberá ser revisado y verificado.

Accesorios

Ganchos: serán de acero o hierro forjado y deberán disponer de pestillo de seguridad.

Cables de acero: Los cables metálicos son elementos ampliamente utilizados en la mayoría de actividades industriales. Así los encontramos formando parte de los equipos para la manipulación y sujeción de cargas, (grúas, cabrestantes, eslingas, etc.)

Con abrazaderas

Este sistema es la forma más sencilla para realizar tanto las uniones entre cables, como para la formación de los anillos terminales u ojales.

Las abrazaderas deben ser adecuadas al diámetro del cable al que se deben aplicar (la designación comercial de las abrazaderas se realiza por el diámetro del cable). Esta circunstancia debe observarse escrupulosamente puesto que si se emplea una abrazadera pequeña el cable resultará dañado por aplastamiento de la mordaza. Por el contrario si se utiliza una abrazadera o grapa excesivamente grande no se logrará una presión suficiente sobre los ramales de los cables y por tanto se pueden producir deslizamientos inesperados.

Es de suma importancia una cuidadosa observancia de las siguientes medidas para alcanzar una eficaz y adecuada disposición de los grilletes o abrazaderas:

- Para la realización de anillos u ojales terminales debe emplearse guardacabos metálicos.
- En los anillos u ojales la primera abrazadera debe situarse lo más próxima posible al pico de los guardacabos.
- La separación entre abrazaderas debe oscilar entre 6 y 8 veces el diámetro del cable.
- El ramal de cable que trabaja a tracción debe quedar en la garganta del cuerpo de la abrazadera, en tanto que el ramal inerte debe quedar en la garganta del estribo.
- Las tuercas para el apriete de la abrazadera deben quedar situadas sobre el ramal largo del cable, que es el que trabaja a tracción.
- Al apretar las tuercas debe hacerse de forma gradual y alternativa, sin aprietes excesivos. Después de someter el cable a una primera carga debe verificarse el grado de apriete de las tuercas, corrigiéndolo si fuera preciso.

La recomendación de utilizar guardacabos en la ejecución de los ojales o anillos terminales es debida a la conveniencia de proteger al cable frente al doblado excesivo que se produciría al someterlo a los esfuerzos de tensión o de una carga.

Comercialmente los guardacabos se designan por el diámetro del cable correspondiente.

Manipulación de cables

Los cables suelen salir de fábrica en rollos o carretes, aspás, etc., debidamente engrasados y protegidos contra elementos y ambientes oxidantes o corrosivos.

Durante su transporte y almacenamiento debe evitarse que el rollo ruede por el suelo a fin de que no se produzcan adherencias de polvo o arena que actuarían como abrasivos y obligarían a una limpieza y posterior engrase, antes de su utilización.

Igualmente no debe recibir golpes o presiones que provoquen raspaduras o roturas de los alambres. Deben protegerse de las temperaturas elevadas, que provocan una pérdida del engrase original.

Evitar la formación de nudos.

Desechar los cables que tengan más de un 10% de los hilos cortados.

Instalación del cable

El principal riesgo que se corre al desenrollar y manipular un cable, es que se formen cocas, bucles o codos. Por ello, cuando se trate de arrollarlo en un tambor, es conveniente hacerlo directamente, procurando que el cable no se arrastre por el suelo y manteniendo el mismo sentido de enrollarlo.

Antes de instalar un cable debe verificarse que las poleas y tambores por los que deba pasar no presenten resaltes o puntos que puedan dañar el cable, así como que éste pase correctamente por las poleas y por los canales del tambor. Para la manipulación de los cables en general, los operarios deben utilizar guantes de cuero.

Corte de cables

Previamente al corte de un cable debe asegurarse que no se produzca el descableado del mismo, ni el deslizamiento entre las distintas capas de cordones, ni el deshilachado general del cable. Para ello, debe procederse a realizar una serie de ligadas a ambos lados del punto de corte, mediante alambre de hierro recocido.

Los métodos comúnmente empleados para realizar el corte varían según el lugar en que se deba operar y los medios disponibles: los más utilizados son: cizallas, eléctrica por resistencia, tronzadora o muela portátil, soplete oxiacetilénico y soldadura eléctrica.

Los extremos de los cables deben quedar siempre protegidos con ligadas a fin de evitar el descableado. En algunas ocasiones se sustituyen las ligadas por soldadura que une todos los alambres.

Conservación y mantenimiento

Revisiones Periódicas

Los cables deben ser sometidos a un programa de revisiones periódicas conforme a las recomendaciones establecidas por el fabricante y teniendo presente el tipo y condiciones de trabajo a que se encuentre sometido. Este examen debe extenderse a todos aquéllos elementos que pueden tener contacto con el cable o influir sobre él.

Fundamentalmente debe comprender: los tambores de arrollamiento, las poleas por las que discurre, los rodillos de apoyo; y de forma especial debe comprobarse el estado de los empalmes, amarres, fijaciones y sus proximidades.

Los cables de izar deben ser revisados a fondo, al menos, cada trimestre.

Mantenimiento

En general el mantenimiento se concreta en operaciones de limpieza y engrase. Para el engrase es conveniente proceder previamente a una limpieza a fondo y seguidamente engrasarlo por riego al paso por una polea, pues se facilita la penetración en el interior del cable. Por la incidencia que tiene el engrase respecto a la duración del cable es conveniente seguir las instrucciones del fabricante y utilizar el lubricante recomendado.

Sustitución de cables

Para cables de gran responsabilidad como ascensores, pozos de mina, teleféricos para personas, etc. existen reglamentos especiales que fijan tanto las inspecciones como las condiciones de sustitución.

En los casos no sometidos a reglamentaciones específicas, la sustitución de un cable debe efectuarse al apreciar visiblemente:

- Rotura de un cordón
- Formación de nudos
- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado alcance el 40% de la sección total del cordón.
- Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% en los cables cerrados.
- Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.
- Existen aparatos de control especiales, que detectan los defectos, tanto visibles como interiores de los cables. Ello permite determinar con certidumbre la conveniencia o no de la sustitución.

Cadenas

En la manipulación de las cargas con frecuencia se interponen, entre éstas y aparato o mecanismo utilizado, unos medios auxiliares que sirven para embragarlas con objeto de facilitar la elevación o traslado de las mismas, al tiempo que hacen más segura esta operación. Estos medios auxiliares son conocidos con el nombre de eslingas.

Se mantendrán libres de nudos y torceduras. Cortar y reemplazar los eslabones que sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado.

Su rotura o deficiente utilización puede ocasionar accidentes graves e incluso mortales por atrapamiento de personas por la carga desprendida. Es necesario, por tanto, emplear eslingas adecuadas en perfecto estado y utilizarlas correctamente. Ello conlleva una formación al respecto de los trabajadores que efectúan las operaciones de eslingado y transporte mecánico de cargas.

Utilización de las eslingas

Son numerosas las normas que se deberán seguir en la utilización de las eslingas. Señalaremos las siguientes:

La seguridad en la utilización de una eslinga comienza con la elección de ésta, que deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.

En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. En caso de que se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. Para efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:

- Madera: 0,8.
- Piedra y hormigón: 2,5.
- Acero, hierro, fundición: 8.

En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso. En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.

Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.

Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90° y en ningún caso deberá sobrepasar los 120°, debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.

Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.

La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:

- Tres ramales, si la carga es flexible.
- Dos ramales, si la carga es rígida.
- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores u otros elementos. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos con relación al centro de gravedad.
- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.
- Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.
- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.

Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.

Cuando haya de moverse una eslinga, es necesario aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.

- Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.
- Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.
- En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.

La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 ° C. Si la eslinga esta constituida exclusivamente por cable de acero, no debe alcanzar los 80°.

Almacenamiento, mantenimiento y sustitución de eslingas

- Las eslingas se deberán almacenar en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas.
- No deben estar en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.

- Las eslingas no deben ser expuestas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas.
- A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga.
- La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se inspeccionarán diariamente por el personal que las utilicen y trimestralmente como máximo por personal especializado.
- Las eslingas se deben engrasar con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones.
- Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma del cable recupere la grasa perdida. Como norma general, para que la lubricación sea eficaz, se tendrá en cuenta:
 - Limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los restos de grasa vieja.
 - Utilizar el lubricante adecuado.
 - Engrasar el cable a fondo.

Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva.

El agotamiento de un cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según las normas es de:

- Más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- También se considerará un cable agotado: · Por rotura de un cordón.
- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.
- Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.
- Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.
- Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también

deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.

- Asimismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios y terminales, tales como:
- Puntos de picadura u oxidación avanzada.
- Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
- Zonas aplanadas debido al desgaste.
- Grietas.
- Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
- Tuercas aflojadas.

Elevadores de vehículos

En una gran mayoría de talleres de reparación, los puentes elevadores han sustituido a los fosos para gran número de trabajos.

Las medidas de seguridad aplicables a estos elementos son las siguientes:

- Las maniobras y el control debe realizarlo únicamente personal formado y designado para esa tarea por el responsable.
- La zona del suelo afectada por el movimiento del elevador debe estar perfectamente delimitada y se mantendrá siempre despejada.
- El puente dispondrá de los adecuados dispositivos que impidan todo descenso no deseado.
- Cuidado con las posibles sobrecargas.
- Como cualquier otro dispositivo mecánico debe revisarse periódicamente. En especial deben controlarse los órganos de suspensión y los niveles de líquido de los cilindros hidráulicos.
- El puente dispondrá de un dispositivo eficaz para fijar el vehículo tanto en el ascenso como en el descenso.
- Es conveniente utilizar casco de seguridad para trabajar debajo de los trabajadores, en previsión de posibles golpes en la cabeza.

Caso especial para puentes elevadores

- Deben estar provistos de un dispositivo de enclavamiento de los brazos móviles que impida la modificación del ángulo que forman por la acción de cualquier esfuerzo lateral, una vez que se han fijado los puntos de amarre del chasis. Este enclavamiento debe ser automático y la liberación puede ser manual.

- Los operarios deben ser avisados sobre el riesgo de caída del vehículo, sobre todo cuando se extrae un elemento importante y pesado como es el motor.
- Hay que parar inmediatamente cualquier puente elevador que presente una anomalía de funcionamiento y sobre todo:
 - Si sube a tirones
 - Si sube o baja más lentamente de lo habitual
 - Si se ha producido una fuga de aceite.

AUTOELEVADORES

Los autoelevadores deben reunir los siguientes elementos de seguridad:

- Tener marcada en forma visible la carga máxima admisible a transportar.
- Los mandos de la puesta en marcha, aceleración, elevación y freno, deben tener condiciones de seguridad necesarias para evitar su accionamiento involuntario.
- Sólo pueden ser conducidos por personal capacitado.
- Los asientos de los conductores deben estar contruidos de manera que neutralicen en medida suficiente las vibraciones, ser cómodos y tener respaldo y apoyo para los pies.
- Estar provistos de luces, frenos, dispositivos de aviso acústico- luminoso y espejos retrovisores.
- Estar dotados de matafuegos acorde con el riesgo existente.
- Cuando exista riesgo por desplazamiento de carga o riesgo de caída de objetos las cabinas serán resistentes.
- Estar dotados de cinturón de seguridad.
- Contar y llevar un plan de mantenimiento preventivo.

Puentes grúa

Los puentes grúa deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Contar con la carga máxima admisible marcada en el equipo, en forma destacada y fácilmente legible desde el piso del local o terreno.
- Estar equipado con un dispositivo para el frenado efectivo de una carga superior en una vez y media la carga máxima admisible.
- Los accionados eléctricamente deben cortar la fuerza motriz al sobrepasar la altura o el desplazamiento máximo permisible.

Ascensores y montacargas

Las exigencias mínimas de seguridad que debe reunir un ascensor o montacargas son:

- Todas las puertas exteriores, tanto de operación automática como manual, deben contar con cerraduras electromecánicas cuyo accionamiento sea el siguiente:
 - a) La traba mecánica que impida la apertura de la puerta cuando el ascensor o montacargas no esté en ese piso.
 - b) La traba eléctrica que provoque la detención instantánea en caso de apertura de puerta.
- Todas las puertas interiores o de cabina, tanto de operación automática como manual, deben poseer un contacto eléctrico que provoque la detención instantánea del ascensor o montacargas en caso de que la puerta se abra más de 0,025 m.
- Para casos de emergencia, todas las instalaciones con puertas automáticas deben contar con un mecanismo de apertura manual operable desde el exterior mediante una llave especial.
- Todos los ascensores y montacargas deben contar con interruptores de límite de carrera que impidan que continúe su viaje después de los pisos extremos.

Estos límites se deben detener instantáneamente a una distancia del piso tal, que los pasajeros puedan abrir las puertas manualmente y descender normalmente.
- Deben tener sistemas que provoquen su detención instantánea y trabado contra las guías en caso en que la cabina tome velocidad descendiente excesiva, equivalente al 40 ó 50% más de su velocidad normal, debido a fallas en el motor, corte de cables de tracción u otras causas.
- Estos sistemas de detención instantánea deben poseer interruptores eléctricos, que corten la fuerza motriz antes de proceder al frenado mecánico descrito.

En el interior de los ascensores y en los montacargas se debe tener un dispositivo cuya operación provoque su detención instantánea.
- En todos los ascensores y montacargas deben indicarse en forma destacada y fácilmente legible la cantidad de pasajeros que puede transportar o la carga máxima admisible, respectivamente.
- En caso de que los ascensores cuenten con células fotoeléctricas para reapertura automática de puertas, los circuitos de este sistema deben

- impedir que éstas permanezcan abiertas indefinidamente, en caso en que se interponga humo entre el receptor y el emisor.
- Debe impedirse que conductores eléctricos ajenos al funcionamiento se pasen por dentro del pasadizo o hueco.
 - Los ascensores con puertas automáticas que se instalen con posterioridad a la fecha de vigencia de esta reglamentación, deben estar provistos de medios de intercomunicación.
 - La sala de máquinas debe estar libre de objetos almacenados, debido al riesgo de incendios provocados por los arcos voltaicos y disponer de matafuego adecuado.

En la legislación colombiana y más concretamente en la resolución 2400 de mayo de 1979, emitida por el Ministerio de la Protección Social, Título X, Capítulo I, artículos 388 a 397 se establecen las normas del manejo y transporte manual de materiales.

En la misma Resolución, título X capítulo II entre los artículos 398 y 447, se presentan las normas sobre el manejo y transporte mecánico de materiales.

PROTECCIÓN DE MAQUINARIA

INTRODUCCIÓN

Las máquinas están ideadas para efectuar un proceso de transformación de las materias pero en numerosas ocasiones afectan a los operadores de las mismas. Sus elementos móviles crean riesgos como son el caso de las correas de transmisión, poleas, cadenas y engranajes.

- La maquinaria deficientemente diseñada, incorrectamente protegida o resguardada, constituye una amenaza para la producción y el bienestar de los trabajadores.
- Las máquinas hacen únicamente lo que se les ordena.
- La ausencia de lesiones en la operación de una máquina sin protección o parcialmente protegida, durante un período de tiempo, no es prueba de que en dicha máquina no se generen riesgos.
- Establecido el principio de riesgo derivado de la manipulación de las máquinas en general, se debe considerar la obligación de que éstas reúnan los sistemas de protección más adecuados al tipo de máquina y al sistema de trabajo.
- Las protecciones deben formar parte integral de cualquier máquina en su etapa de diseño, teniendo presente todos los factores, ergonómicos o de cualquier otra índole relacionadas con la misma, consiguiendo una máquina tan segura como sea posible. La colocación de protecciones reduce la posibilidad de errores humanos», fallas mecánicas, diseños deficientes y fallas eléctricas.
- La seguridad en máquinas nunca se puede confiar solamente a las prácticas de trabajo seguro, aunque éstas sean esenciales. Donde exista riesgo, los sistemas de protección son el único medio para evitar lesiones.
- Se entiende como factor de riesgo mecánico toda aquella condición peligrosa generada por un mecanismo, equipo u objeto que, al entrar en contacto, golpear o atrapar a una persona puede producirle un daño físico.
- Los factores de riesgo mecánico existen, sin temor a equivocarse, en todas las industrias ya que las máquinas, herramientas, equipos, materia prima, etc, que se utilizan, tienen sus factores de riesgo específicos derivados de aspectos tales como diseño, tamaño, velocidad de operación, modelo, avance tecnológico, etc.

Los factores de riesgo mecánico deben ser controlados siguiendo un orden lógico que consiste en:

- Control en la fuente.
- Control en el medio.
- Control en las personas.

Este orden debe ser mantenido estrictamente si se desea obtener un buen resultado.

Es necesario tener en cuenta que cualquiera que sea la opción preventiva que se adopte, debe ser reforzada con campañas educativas de carácter periódico o, de ser posible, de carácter permanente, destinadas a mantener en el personal de la empresa (directivos, mandos medios y operarios), el interés en la conservación de medidas, en que algunas veces pueden crear obstáculos iniciales en los ritmos de producción.

Otro de los aspectos absolutamente necesarios en la prevención de este tipo de factores de riesgo está constituido por las labores de mantenimiento preventivo.

Control en la fuente:

Es toda medida de ingeniería destinada a eliminar los factores de riesgo directamente en las máquinas, o sea, en los lugares donde se producen, evitando que los mecanismos tengan la posibilidad de entrar en contacto con las manos o cualquier parte del cuerpo del operario durante la operación normal.

Mucho puede hacerse para eliminar los peligros a que se exponen los operadores del equipo mecánico anticipando tales riesgos cuando se están haciendo los planes de distribución del departamento, área, sección o local (colocación de maquinaria, pasillos, zonas de almacenamiento). Hay ciertos principios que deben observarse:

- 1- La colocación de la maquinaria debe permitir suficiente espacio para el mantenimiento fácil y para la llegada y salida del material.
- 2- Las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento y vías de circulación deben estar demarcadas.
- 3- Las máquinas deben colocarse de tal forma que el trabajador no debe estar expuesto al tránsito del pasillo, de no ser posible ello, se debe instalar barandales sólidos de protección del operador.
- 4- Se deben tener depósitos para las herramientas, plantillas y dispositivos necesarios en la operación.

- 5- No deben permitirse que cajas u otros arreglos provisionales sustituyan los asientos.
- 6- Debe evitarse la acumulación en el piso de desperdicios, rebabas, virutas y polvo. Se debe utilizar para ello recipientes especiales, haciéndose evacuación oportuna de los mismos.
- 7- De ser posible, se debe hacer alimentación automática o semiautomática de material a la máquina.
- 8- La maquinaria debe poseer los resguardos necesarios antes de ponerla en marcha.

La iluminación insuficiente interfiere la eficiencia y exactitud de la operación de las máquinas y contribuye a las causas de accidentes.

Los protectores adoptados merced a estas medidas, se conocen con el nombre genérico de resguardos y, tal como su nombre lo indica, resguardan al mecanismo ante el cual se colocan, es decir, que lo aíslan del contacto voluntario o involuntario con el cuerpo humano.

Control en el medio

Consiste básicamente en una separación física entre las personas y el equipo cuando por cualquier causa es imposible, técnica o económicamente, la colocación de resguardos en los sistemas.

Control en las personas

Este es el último de los recursos de control a que debe llegarse, solamente se debe recurrir a él en caso de que se imposibilite técnicamente poner en ejecución, en su orden, cualquiera de los controles enunciados anteriormente o cuando se trata de trabajos esporádicos y de corta duración.

Este método consiste en suministrar a los operarios una serie de prendas o dispositivos de uso corporal conocidos como elementos de protección personal: guantes, protectores faciales y oculares, calzado, vestidos, etc.

Este tipo de controles generalmente son mal recibidos por los operarios ya que normalmente les causa, inicialmente, grandes incomodidades físicas y obstaculiza el trabajo en gran manera, aunque pasado cierto tiempo todo tiende a normalizarse.

PELIGROS GENERADOS POR LAS MÁQUINAS

Definido el peligro como toda fuente capaz de producir lesión o daño a la salud se pueden clasificar los peligros de las máquinas como:

- Mecánicos.
- Eléctricos.
- Térmicos.
- Producidos por el ruido.
- Producidos por las vibraciones.
- Producidos por las radiaciones.
- Producidos por materiales y sustancias.
- Producidos por no respetar los principios ergonómicos en el diseño de máquinas.
- Combinación de peligros.

Los peligros mecánicos más relevantes son: aplastamiento, cizallamiento, corte, enganche, arrastre, impacto, abrasión, perforación, proyección de fluido a presión, los cuales pueden ser originados por los movimientos de las distintas partes o elementos de la máquina o por las piezas a trabajar.

OTROS PELIGROS ORIGINADOS POR LAS MÁQUINAS

- Contacto con materiales en fase de fabricación: Se presenta en algunas máquinas tales como torno (peligro de arrastre de la pieza que mecaniza), prensa (peligro de impacto provocado por la hoja metálica que se está conformando), etc.
- Proyección de elementos de las máquinas: Se presenta en casos de accidentes por roturas de la muela abrasiva, de la herramienta, etc (peligro de impacto).
- Proyección de materiales: Se presenta en máquinas- herramientas capaces de lanzar o proyectar ciertos materiales, virutas, chispas de soldadura, etc (peligro de impacto, cortes, enganche, etc).

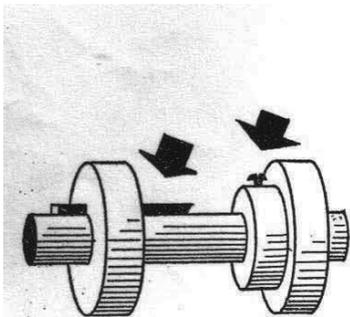
Se pueden clasificar los movimientos de las máquinas en:

- Movimientos de rotación.
- Movimientos alternativos y de traslación.
- Movimientos de rotación y de traslación.
- Movimientos de oscilación.

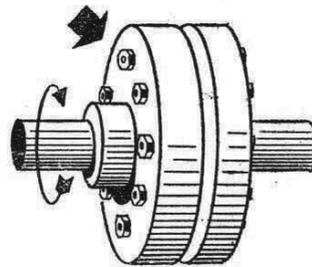
Movimientos de rotación

Elementos de rotación considerados aisladamente:

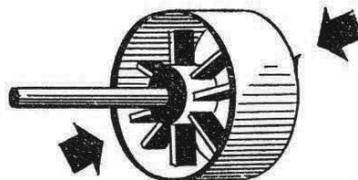
- a) Árboles: Incluye acoplamientos, vástagos, brocas, tornillos, mandriles y barras. Suponen peligro aún cuando giren lentamente y sean lisos. Las chavetas, pernos o tornillos que sobresalen de los ejes o de diversos acoplamientos rotativos pueden ser considerados como causa de accidentes graves.



Flecha y poleas rotatorias con cuña y opresor proyectantes.

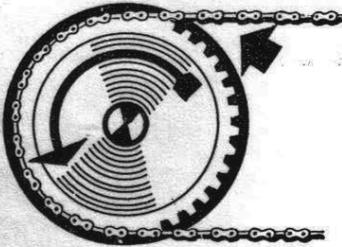


Cople rotatorio con cabeza de tornillos proyectantes.

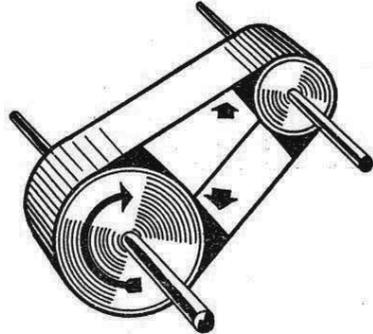


Polea rotatoria con rayos y rebaba proyectante en la cara de la polea.

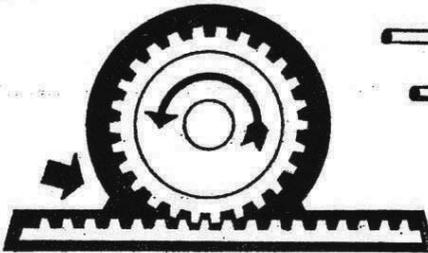
- b) Resalte y aberturas: que pueden considerarse como partes rotativas discontinuas entre los que se incluyen los ventiladores, engranajes, cadenas dentadas, poleas radiadas, brazos de mezcladoras, cardas, tambores de centrifugar, tornillos pasadores, etc. Algunas partes o elementos giratorios son aún más peligrosos por los resaltes o aberturas que poseen. El contacto puede originar lesiones graves, por lo que es de especial importancia el uso de ropa adecuada así como evitar la utilización de guantes.



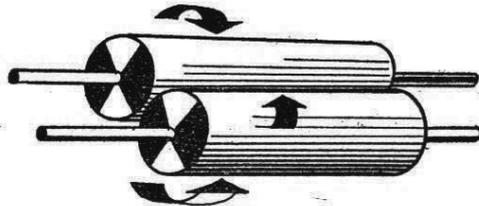
Cadena y rueda dentada.



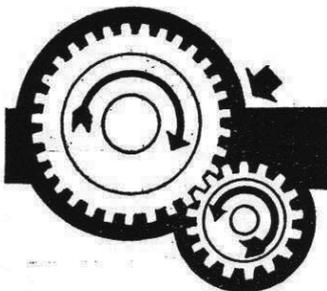
Banda y polea.



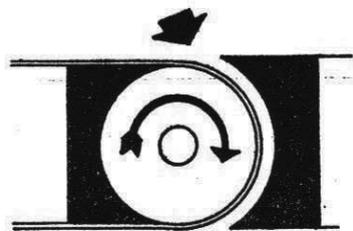
Engrane y cremallera.



Rodillos de presión.

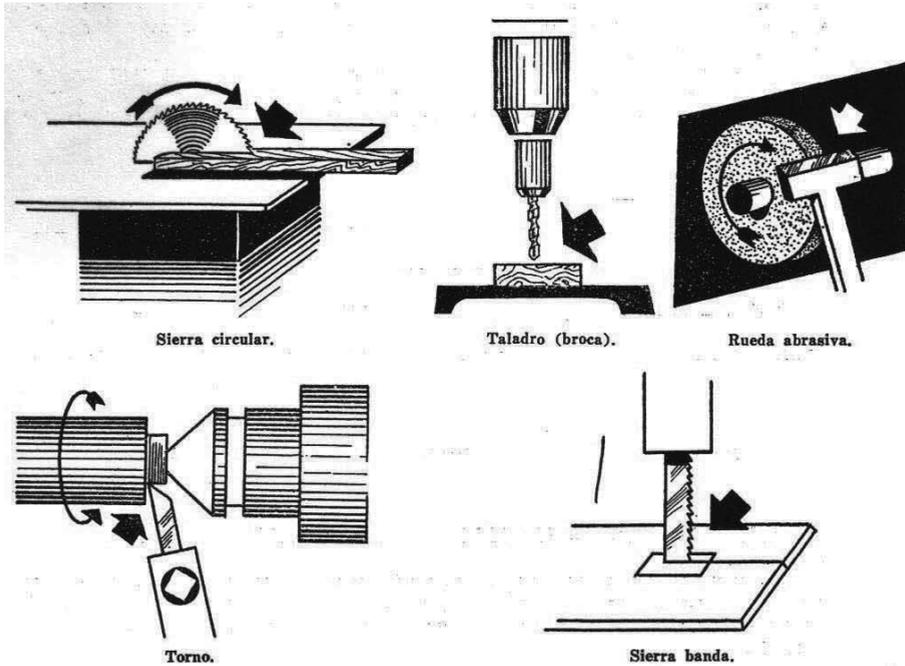


Tren de engranes.



Terminal de transportador.

- c) Herramientas de corte y abrasión. Herramientas de corte tipo sin fin: Entran en contacto con el material para alterar su forma, tamaño o acabado. Entre estas se incluyen una amplia gama de herramientas como muelas abrasivas, sierras circulares, fresadoras, cortadoras trituradoras, moldeadoras, máquinas de cepillar y sierras de cinta en cuanto a las máquinas de tipo sin fin.

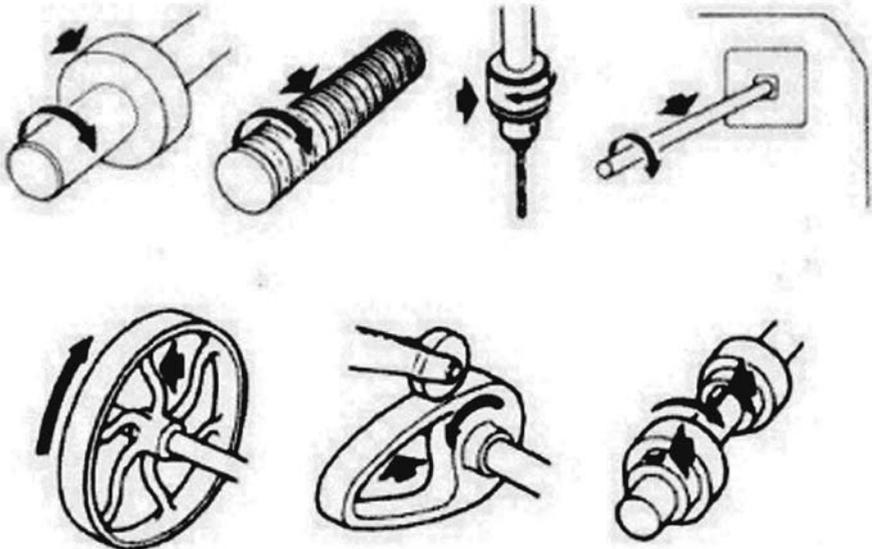


Puntos de atrapamiento:

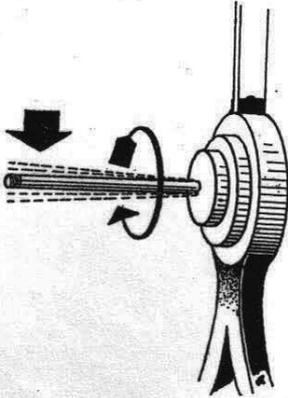
- a) Entre piezas girando en sentido contrario: Se presenta cuando dos o más árboles o cilindros giran con ejes paralelos y en sentido contrario, en contacto directo o con una cierta separación. El principal riesgo es el de aplastamiento entre rodillos derivado fundamentalmente de la alimentación de material.
- b) Entre partes giratorias y otras con desplazamiento tangencial a ellas: Existen dos riesgos típicos, el de enganche aumentando el peligro con la utilización de ropa suelta y el de atrapamiento y aplastamiento en el punto de contacto

de correa con polea, cadena con rueda dentada, engranaje de cremallera y sus piñones, cintas transportadoras, etc.

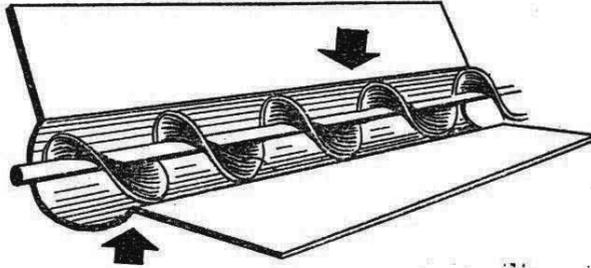
- c) Entre piezas giratorias y partes fijas: Se presenta en volante con radios y armazón de la máquina, espirales o tornillos sinfín y su cubierta, etc. Presentan peligros de cizallamiento, aplastamiento o abrasión producidos por la pieza que gira en relación a la fija de la máquina.



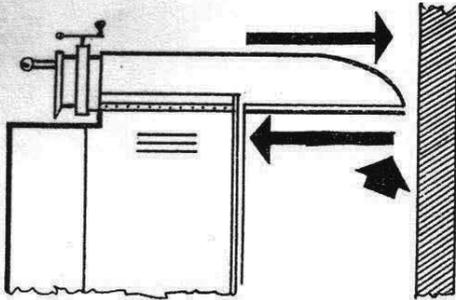
Peligros de enganche, arrastre, perforación y atrapamiento



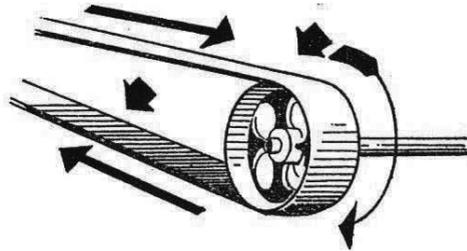
Barra de material en el extremo de una máquina roscadora.



Transportador de tornillo giratorio.



Acción recíprocante de la máquina, que crea un punto entrante con un objeto fijo.



Movimiento transversal de banda y polea rotatoria.

MOVIMIENTOS ALTERNATIVOS Y DE TRASLACIÓN

Piezas con movimiento alternativo o de traslación y partes fijas

En este tipo de movimiento las piezas van normalmente sobre guías encontrándose el punto de peligro en el lugar donde la pieza móvil se aproxima a otra pieza fija o móvil.

El movimiento transversal de una máquina herramienta en relación con una parte fija que no forma parte de la misma, puede presentar este mismo tipo de riesgo.

- a) Formas de aproximación: Se presentan en martillos de forja, corredera de prensa mecánica, máquinas de moldeo en fundición, movimiento de una

máquina con respecto a una parte fija, máquinas de aplanar o cepillar metales, sierras mecánicas de movimiento alternativo. etc. Los accidentes de aplastado y amputación ocurren si las manos u otras partes del cuerpo son enganchadas por las partes de la máquina en movimiento y las partes fijas.

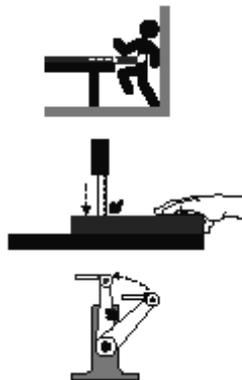
- b) Formas de sobrepaso: Se presenta en cuchillas de guillotina, mesa de máquina-herramienta, etc. Originan peligros de aplastamiento o cizallamiento.

Movimientos de traslación: las piezas móviles suelen ir sobre guías. El peligro está en el momento en que la parte móvil se aproxima o pasa próxima a otra parte fija o móvil de la máquina. Esto ocurre en prensas, moldeadoras, aplanadoras, sierras, etc.

El movimiento transversal de una máquina en relación con una parte fija externa a la máquina representa el mismo riesgo.

Movimientos de rotación y traslación en máquinas de imprimir, textiles, conexiones de bielas, etc.

Movimientos de oscilación: pueden comportar riesgo de cizalla entre sus elementos o con otras piezas y de aplastamiento cuando los extremos se aproximan a otras partes fijas o móviles.

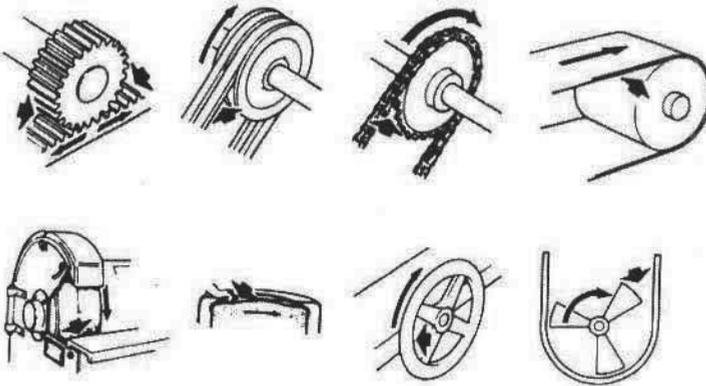


Movimientos de traslación simple:

El peligro se debe generalmente a la naturaleza de la parte o elemento que se mueve (dientes de una hoja de cinta, costuras de correa, etc.). Presentan peligros de corte y enganche.

Movimientos de rotación y traslación

Se presenta en los mecanismos que tienen movimientos de traslación y rotación (conexiones de bielas y vástagos con ruedas o volantes, mecanismo lateral de algunas máquinas de imprimir y textiles, etc.). Presentan peligros de arrastre, enganche o aplastamiento.



Peligros de enganche, atrapamiento, cizallamiento y abrasión

Riesgos de las partes móviles de la máquina

De los elementos de rotación aislados:

Árboles: los acoplamientos, vástagos, brocas, tornillos, mandriles y barras o los elementos que sobresalen de los ejes o acoplamientos rotativos pueden provocar accidentes graves. Los motores, ejes y transmisiones constituyen otra fuente de peligro aunque giren lentamente.

Resaltes y aberturas: algunas partes rotativas son incluso más peligrosas porque poseen resaltes y aberturas como ventiladores, engranajes, cadenas dentadas, poleas radiadas, etc.

Elementos abrasivos o cortantes: muelas abrasivas, sierras circulares, fresadoras, cortadoras, trituradoras, etc.



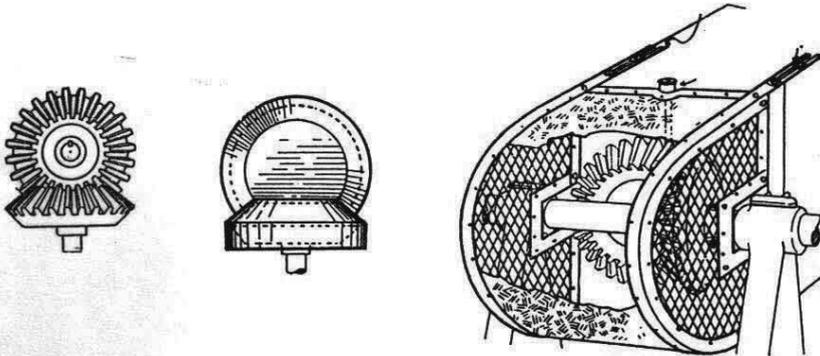
De los puntos de atrapamiento

Entre piezas girando en sentido contrario: en laminadoras, rodillos mezcladores, calandrias, etc.

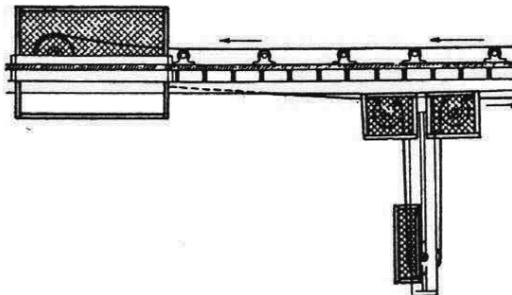
Entre partes giratorias y otras con desplazamiento tangencial a ellas: poleas, cadena con rueda dentada, engranaje de cremallera, etc.

Entre piezas giratorias y partes fijas: la parte fija es en muchos casos la carcasa de protección.





Guardas para engranes cónicos.



Guarda para transportador elevado de banda, poleas y tensor de banda.

MOVIMIENTOS DE OSCILACIÓN

Los mecanismos oscilantes pueden representar un riesgo de cizalla entre sus propios elementos o con otras piezas diferentes. El mismo peligro puede presentarse entre partes abiertas que se mueven lo suficientemente cerca de cualquier otra pieza que pueda originar el efecto de cizalla. El peligro de aplastamiento puede aparecer cuando los extremos de los elementos alternativos se aproximan a otras partes que estén fijas o bien, móviles.

Se presenta en los mecanismos que tienen movimientos de oscilación pendular, pudiendo presentarse también por movimientos de tijera (brazos articulados de poleas de tensión). Presentan peligros de aplastamiento, cizallamiento, enganche, etc.

CLASES DE DEFENSAS Y RESGUARDOS

Se pueden distinguir y diferenciar los siguientes:

Resguardos.

Son defensas mecánicas o de obra que aíslan las zonas peligrosas, por ejemplo, barreras, pantallas, jaulas de mallas metálicas, etc.,...

Criterios de selección de los resguardos

Los resguardos son siempre una barrera material que se interpone entre el operario y la zona peligrosa de la máquina y, por tanto, su elección dependerá de la necesidad y frecuencia de acceso a dicha zona. En tal sentido deben diferenciarse distintas situaciones:

- a. Zonas peligrosas de la máquina a las que no se debe acceder durante el desarrollo del ciclo operativo de la máquina y a las que no se debe acceder tampoco en condiciones habituales de funcionamiento de la máquina, estando limitado su acceso a operaciones de mantenimiento, limpieza, reparaciones, etc... Se trata de elementos móviles que no intervienen en el trabajo en tanto que no ejercen una acción directa sobre el material a trabajar.

Debe distinguirse entre los peligros generados por los elementos móviles de transmisión tales como poleas, correas, engranajes, cadenas, bielas, etc... y los peligros generados por elementos móviles alejados del punto de operación de la máquina como el disco de corte de una sierra circular por debajo de la mesa, las cuchillas de una cepilladora por detrás de la guía de apoyo, etc....

Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos fijos cuando se deba acceder ocasional o excepcionalmente a la zona y con resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo cuando la necesidad de acceso sea frecuente.

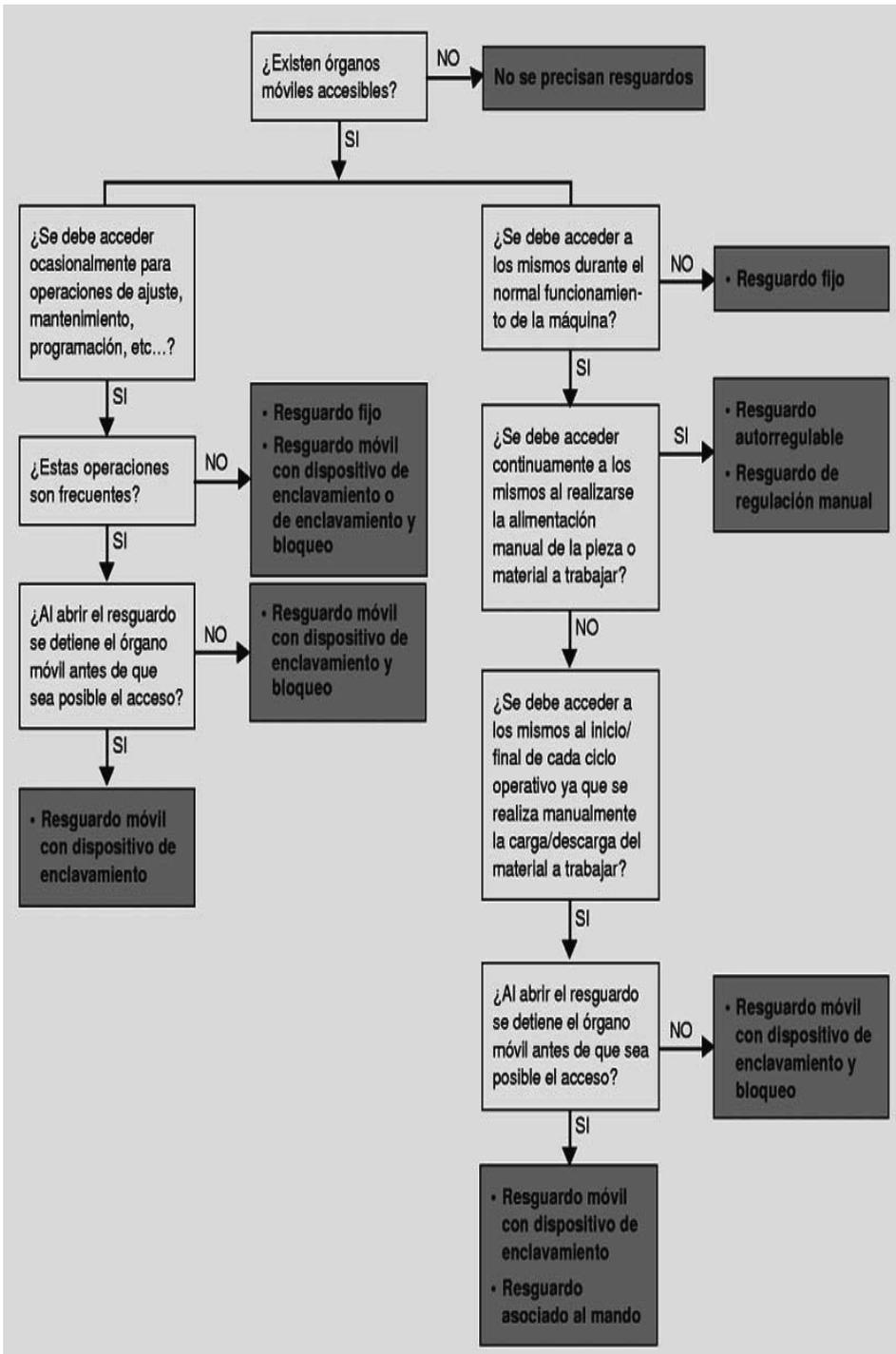
- b. Zonas peligrosas de la máquina a las que se debe acceder al inicio y final de cada ciclo operativo ya que se realiza la carga y descarga manual del material a trabajar (ejemplo: prensas de alimentación manual de piezas, guillotinas de papel, etc....). Se trata de elementos móviles que intervienen

en el trabajo, es decir, que ejercen una acción directa sobre el material a trabajar (herramientas, cilindros, matrices, etc....). Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos móviles asociados a dispositivos de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo; recurriendo, cuando se precise, a dispositivos de protección.

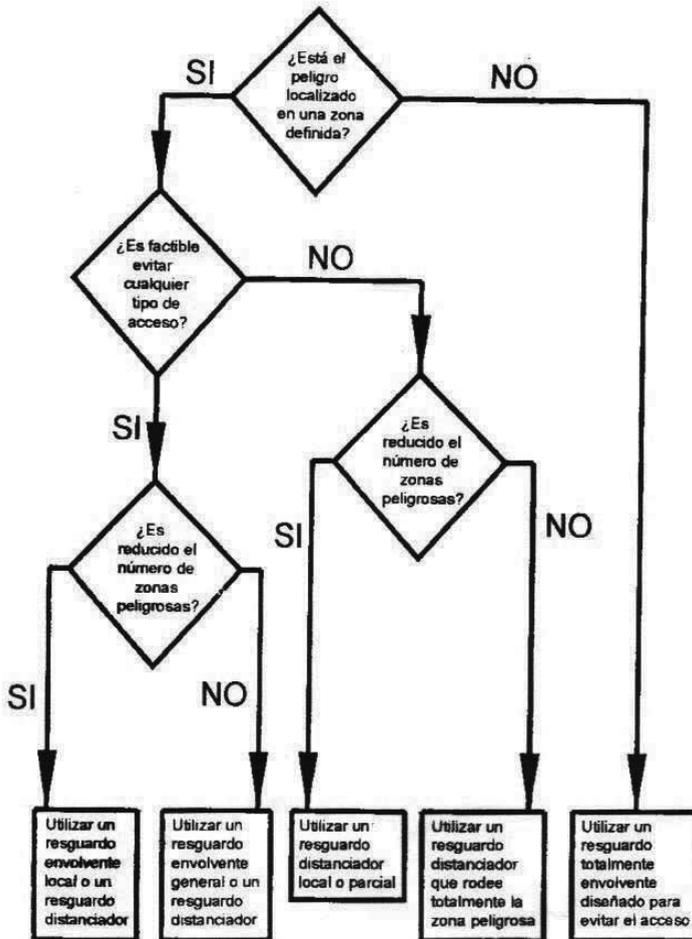
- c. Zonas peligrosas de la máquina a las que se debe acceder continuamente ya que el operario realiza la alimentación manual de la pieza o material a trabajar y por consiguiente se encuentra en el campo de influencia de los elementos móviles durante el desarrollo de la operación (ej. : máquinas para trabajar la madera, muelas, etc ...).

Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos regulables. En la selección de tales resguardos serán preferibles y preferentes los de ajuste automático (autorregulables) a los de regulación manual.

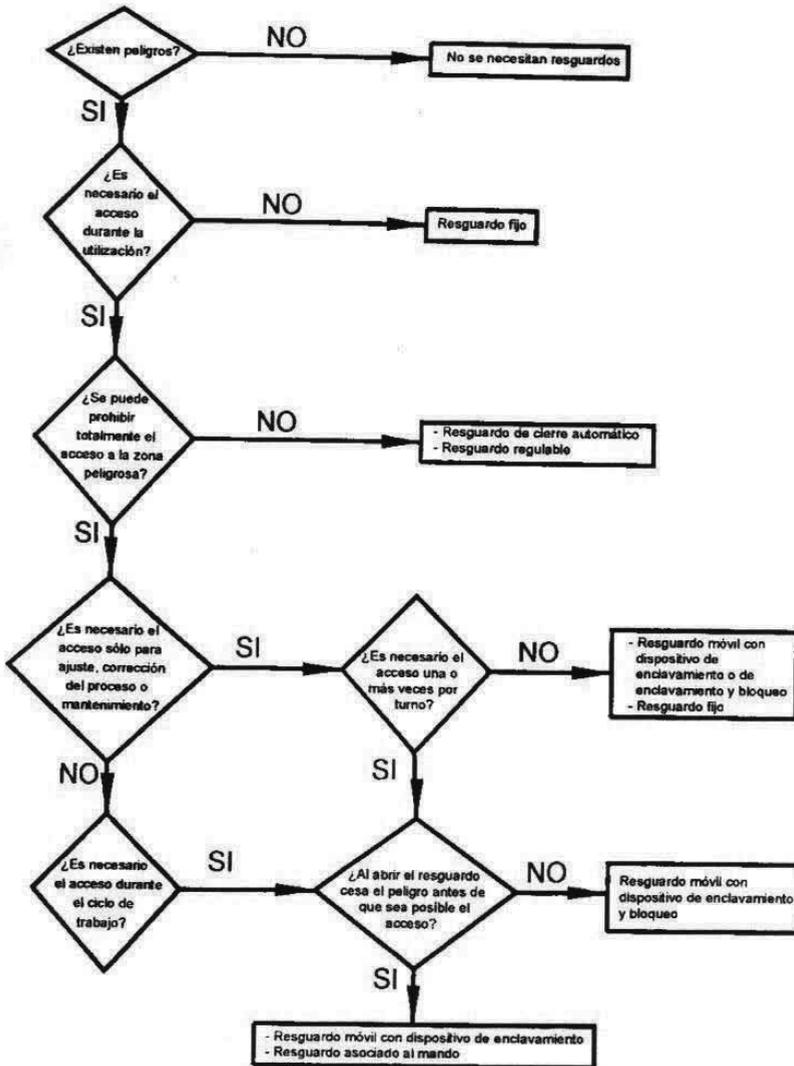
Para la selección de resguardos contra los peligros generados por los elementos se propone el siguiente diagrama:



Selección de acuerdo con el número y la localización de los peligros



Selección de acuerdo con el tipo y la frecuencia de acceso requerida



Requisitos generales que deben cumplir los resguardos

Para que cumpla con los requisitos exigibles a todo resguardo, cualquiera de ellos ha de respetar ciertos requisitos mínimos:

- Ser de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionar peligros suplementarios.
- No poder ser fácilmente burlados o puestos fuera de funcionamiento con facilidad.
- Estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No limitar más de lo imprescindible la observación del ciclo de trabajo.
- Permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o sustitución de las herramientas, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo, y ello, de ser posible, sin desmontar el resguardo.
- Retener/captar, tanto como sea posible, las proyecciones (fragmentos, astillas, polvo,...) sean de la propia máquina o del material que se trabaja.

Dispositivos de seguridad

Son aparatos o sistemas de protección sincronizada con el movimiento de la máquina. Se utilizan para proteger los útiles de las máquinas, como por ejemplo, las botoneras.

Aparatos de seguridad

Son elementos que forman un sistema autónomo y pueden acoplarse a una o varias máquinas, por ejemplo, un diferencial.

Los resguardos se pueden clasificar a su vez en:

Resguardo obstructivos

Son aquellos que tienen como misión detener el movimiento del trabajador haciendo imposible que penetre o continúe en la zona de peligro.

Resguardo de posición

Son aquellos que obligan a una coordinación de movimiento entre el hombre y la máquina, haciendo imposible la producción de accidentes.

Resguardo automático

Son accionados directamente por la máquina sin que su funcionamiento dependa de las acciones del trabajador. Se emplea en trabajos repetitivos.

Principios y medios de protección:

La aplicación de los correspondientes medios de protección junto con la supervisión, coordinación, adiestramiento y constante atención del operario, son los condicionantes para una seguridad óptima en la utilización de las máquinas.

Principios de protección:

El principio fundamental de protección, es que las máquinas deben estar provistas de un dispositivo adecuado que elimine o reduzca el peligro, antes de que se pueda acceder al punto o zona de peligro.

Este principio fundamental puede desglosarse en los tres siguientes:

- a) El punto o zona de peligro, debe estar seguro por su propia posición o colocación de la máquina.
- b) La máquina debe estar provista de protección que impida o dificulte el acceso al punto o zona de peligro.
- c) La máquina debe estar provista de un adecuado medio de protección, que elimine o reduzca el peligro antes de que pueda ser alcanzado el punto o zona de peligro.

En muchas máquinas, la aplicación de estos principios fundamentales a las zonas de trabajo de las máquinas es imposible.

Las normas de seguridad para estas máquinas (máquina herramienta, máquinas para madera), suelen especificar medios de protección compatibles, tanto con su utilización como con el adiestramiento de los operarios en cuanto a métodos seguros de trabajo.

Para la aplicación de estos principios de protección, deberán tenerse en cuenta los siguientes puntos:

Diseño:

Prevención integrada: son técnicas de seguridad aplicadas por el fabricante en las fases de diseño y construcción de la máquina.

Generalidades: En aquellas máquinas que por su versatilidad lo requieran, deberá de preverse el acoplamiento de los distintos tipos de protección.

Construcción: Todos los medios de protección deberán ser por diseño y construcción, sólidos y de resistencia adecuada.

El resguardo de maquinaria abarca dos áreas principales: las partes de transmisión y la zona de operación.

El equipo de transmisión incluye todas las partes móviles que transmiten potencia del motor a la zona de operación; esta última es la zona o lugar de una máquina en la cual se desarrolla el trabajo.

Algunos principios de resguardo de máquinas son igualmente aplicables tanto a las partes de transmisión como al área de operación. Puesto que las partes de transmisión son básicas en cualquier máquina, es más fácil establecer métodos efectivos para resguardarlas, que para las zonas de operación.

Sistemas a considerar en las máquinas:

No se debe olvidar que toda máquina está compuesta por una serie de sistemas, unos fundamentales (existentes en todo tipo de máquinas) y otros de segundo orden, aunque importantes igualmente, relacionados entre sí.

Sistemas fundamentales

DE MANDO

MOTRIZ

TRANSMISOR

RECEPTOR

DE SUSTENTACIÓN

Sistemas secundarios

De regulación

De alimentación

De refrigeración

De lubricación

De estanqueidad

De frenado

Zona I Punto de operación	1- La herramienta o útil. 2- El punto de contacto. 3- Entorno cercano.	Constituyen el sistema receptor de la máquina.
Zona II Parte cinemática	1- Motor. 2- Transmisiones.	Forman parte de los sistemas motriz y transmisor.
Zona III Pieza a trabajar	1- Pieza propiamente dicha. 2- Partículas emitidas.	Aunque no forma parte de la máquina, condiciona tanto a la máquina como a la herramienta.
Zona IV Alimentación de la pieza	1- Sistema alimentador – evaluador de la pieza. 2- La pieza propiamente dicha. 3- Entorno cercano.	Forman parte del sistema receptor de la máquina.
Zona V Sistemas secundarios	1- Refrigeración. 2- Engrase	Integran los sistemas de lubricación, refrigeración y estanqueidad.
Zona VI Dispositivos de control	1- Del sistema de energía. 2- Del sistema receptor. 3- Del sistema de alimentación de la pieza. 4- De los sistemas secundarios.	Integran los sistemas de regulación, frenado, etc.
Zona VII Entorno y ambiente	1- Distancia entre puntos y zonas barridas.. 2- Iluminación. 3- Señalización. 4- Ruido y vibraciones. 5- Bancada y fundaciones.	Constituyen las características externas de la máquina o de la relación máquina ambiente.

Técnicas de seguridad aplicadas a las máquinas

Para alcanzar el objetivo de aplicar técnicas de seguridad relativa a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria, equipo y accesorios de los centros de trabajo, el fabricante deberá adaptar en las fases de diseño y construcción una serie de métodos y acciones de prevención que, unidas a las que deben ser incorporadas por el usuario, se denominan técnicas de seguridad, entre las cuales se tienen las siguientes:

- Técnicas de prevención intrínsecas.
- Técnicas de protección.
- Técnicas de formación e información.
- Medidas de seguridad adoptadas por el usuario.
- Precauciones suplementarias.

El conjunto de todas las acciones de prevención (prevención intrínseca y protección) realizadas exclusivamente en la fase de diseño de la máquina, recibe el nombre de "prevención integrada».

Técnicas de prevención intrínseca

Actúa solamente sobre la forma, la disposición, el modo de montaje, el principio de los elementos constitutivos funcionales de la máquina, sin añadir elementos específicamente concebidos para garantizar la seguridad. Ejemplos: dimensionamiento de partes mecánicas, diseños de circuitos en los que el fallo no sea posible, eliminación de arista vivas, aislamiento de mecanismos de transmisión peligrosos.

Se entiende por prevención intrínseca, las medidas de seguridad consistentes en:

- a) Eliminar el mayor número posible de peligros o reducir al máximo los riesgos, seleccionando convenientemente determinadas características de diseño de la máquina.
- b) Limitar la exposición de las personas a los peligros inevitables, reduciendo la necesidad de que el operador intervenga en zonas peligrosas.

Medidas para eliminar peligros o reducir los riesgos:

- Evitar aristas cortantes, ángulos agudos, partes salientes, etc.
- Fabricar máquinas intrínsecamente seguras por la :
 - Forma y colocación de las partes mecánicas que las integran (distancias

- mínimas para evitar aplastamientos de partes del cuerpo o distancias de seguridad para impedir el acceso a zonas peligrosas con los miembros superiores).
- Limitación por diseño de ruidos y vibraciones.
 - Limitación de la masa y/o velocidad de los elementos móviles.
 - Limitación de la fuerza de accionamiento, etc.
- Utilizar tecnologías, métodos y fuentes de alimentación de energía intrínsecamente seguros.
 - Tener en cuenta las normas sobre cálculo, diseño y construcción de máquinas así como las propiedades de los materiales utilizados. Por ejemplo:
 - Limitación de tensiones aplicando métodos para su cálculo, fabricación y unión (soldadura, atornillado, etc).
 - Limitación de esfuerzos previniendo sobrecarga (válvulas limitadoras de presión, zonas de roturas predeterminadas, etc).
 - Equilibrado de elementos giratorios.
 - Prevención de fatiga ante esfuerzos variables.
 - Consideración de las características de los materiales (propiedades, corrosión, abrasión y desgaste, envejecimiento, toxicidad, etc).
 - Tener en cuenta los principios ergonómicos.
 - Aplicar los principios de seguridad en el diseño de los sistemas de mando. Comprendiendo:
 - Evitar la puesta en marcha espontánea de la máquina al restablecerse la alimentación de energía.
 - Autocontrol.
 - Empleo de componentes o sistemas de "fallo orientado», etc.
 - Prevención de los peligros debidos a los equipos neumáticos e hidráulicos.
 - Prevención del peligro eléctrico.
 - Medidas para limitar la exposición de personas a los peligros:
 - Aumentar la fiabilidad de las partes componentes de las máquinas.
 - Mecanización o automatización de las operaciones de alimentación y extracción.
 - Disposición de los puntos de reglaje o de mantenimiento fuera de las zonas peligrosas.

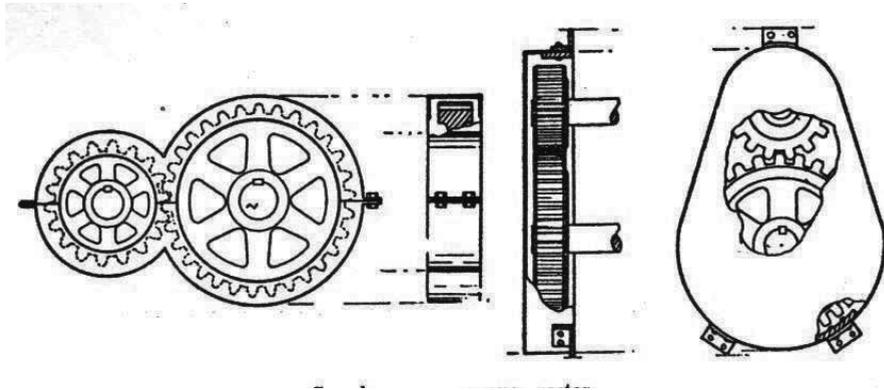
Técnicas de protección

Se entiende por protección aplicada a las máquinas, las medidas de seguridad consistentes en el empleo de medios técnicos específicos, cuya misión es la de proteger a las personas contra los riesgos que la aplicación de las técnicas de prevención intrínseca no permiten, de forma razonable, eliminar o reducir convenientemente.

Los medios de protección pueden ser de dos tipos: resguardos y dispositivos de protección.

Resguardo

Elemento de una máquina utilizado específicamente para garantizar la protección mediante una barrera material (carcaza, pantalla, puerta, cubierta, etc). Medio de protección que impide o dificulta el acceso de las personas o de sus miembros al punto o zona de peligro.



Principios sobre los resguardos

Los resguardos y barreras pueden proteger y prevenir lesiones de los siguientes orígenes:

- 1- Contacto directo con partes móviles sin proteger ya sea puntos de operación o de mecanismos que transmiten potencia.
- 2- Trabajo en proceso, por proyección de partículas o partes.
- 3- Fallo de una máquina, el cual generalmente se debe a falta de mantenimiento preventivo, sobrecarga, fatiga metálica, etc.

- 4- Falla eléctrica que puede causar quemadura o descarga eléctrica.
- 5- Error del operario o falla humana.

Diseño del resguardo

Por su uniformidad es más fácil establecer métodos eficaces para resguardar mecanismos transmisores de potencia que para los puntos de operación.

Para que un resguardo sea aceptable debe:

- Ser considerado como una parte permanente de la máquina o equipo.
- Brindar el máximo de protección.
- Evitar el acceso a la zona de peligro o al punto de operación durante el funcionamiento de la máquina.
- No debe constituirse en un obstáculo para la operación eficaz de la máquina, causar incomodidad al operario, o complicar la tarea de limpieza de los alrededores de la máquina. Ser conveniente.
- Ser diseñado para tareas y máquinas específicas. Deben tomarse precauciones para lubricar, inspeccionar, ajustar y reparar las partes de la máquina.
- Ser resistentes al fuego y a la corrosión. Ser fácil de reparar.
- Ser lo suficientemente fuerte para resistir desgaste y golpes normales.
- No crear peligros adicionales.

De preferencia los resguardos deberían estar sincronizados a las máquinas con el fin de que esta no se pueda poner en funcionamiento a menos que el resguardo se encuentre en su sitio.

Dispositivo de protección

Son los dispositivos distintos del resguardo, que eliminan o reducen el riesgo, solo o asociado a un mando. Consiste en un medio de protección distinto del resguardo, que elimina o reduce el peligro antes que pueda ser alcanzado el punto o zona de peligro.

En el siguiente cuadro se señalan los medios de protección más utilizados en las máquinas:

Medios de protección	Tipo
RESGUARDOS	Fijo. Móvil. Regulable. Autorregulable. Con dispositivo de enclavamiento y bloqueo. Asociado al mando. Apartacuerpos y apartamanos. Distanciadores.
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	Dispositivo de enclavamiento. Dispositivo de validación. Dispositivo sensible. Dispositivo de retención mecánica. Dispositivo limitador. Dispositivo disuasorio. Mando sensible. Mando a dos manos. Mando de marcha a impulsos. Parada de emergencia. Estructura de protección.

Partiendo de la base de que la automatización de un proceso, es la forma de trabajo más segura para el personal de producción de dicho puesto, cuando esto no es posible, se debe recurrir a distintos medios de protección.

Hay que tener en cuenta, que en algunas máquinas puede ser preciso adoptar varios medios de protección combinados, bien para proteger al operario o a terceras personas.

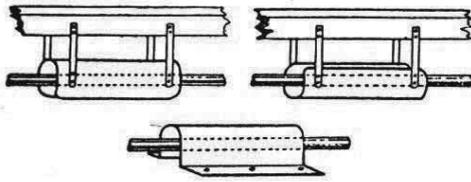
Resguardos

Se utilizan cuando no es necesario el acceso a la zona de peligro. Los tipos de resguardos que se usan para hacer segura la maquinaria incluyen el resguardo fijo, el resguardo removible y el resguardo automático con sus diferentes variaciones.

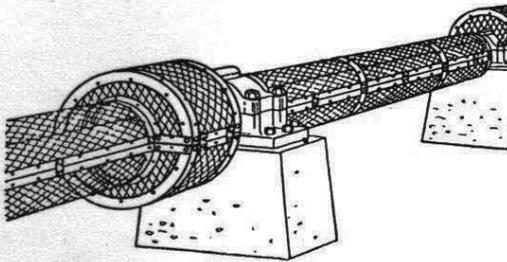
Fijo:

Resguardo que se mantiene en su posición de forma permanente (soldadura) o mediante elementos de fijación (tornillos) que impiden que puedan ser retirados sin auxilio de herramientas. Su construcción deberá ser lo suficientemente sólida para que sea capaz de soportar las cargas de trabajo, rotura de los elementos protegidos y condiciones ambientales. No tiene partes móviles asociadas a los

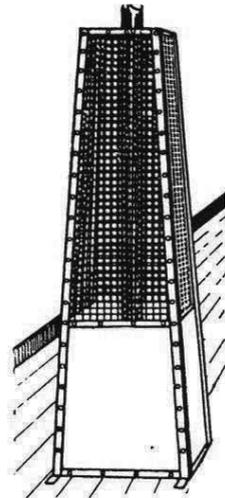
mecanismos de una máquina o dependientes de su funcionamiento y que, cuando está colocado correctamente, impide el acceso al punto o zona de peligro. Es el que suministra la máxima seguridad y deberá emplearse siempre que sea posible, cuando no sea preciso el acceso normal a la zona de peligro durante el funcionamiento de la máquina. Se considera preferible a todos los otros tipos y debiera usarse en cada caso a menos que no sea práctico. La ventaja principal es que en todo tiempo previene el acceso a las partes peligrosas de la máquina.



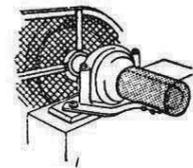
Flechas horizontales.



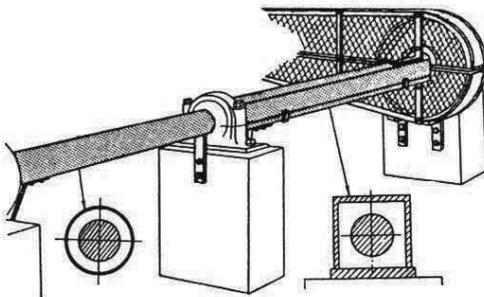
Flechas horizontales.



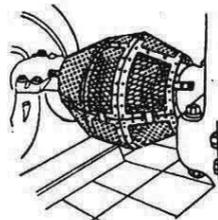
Flechas verticales.



Mango para extremo de flecha.



Flecha horizontal con polea y banda.

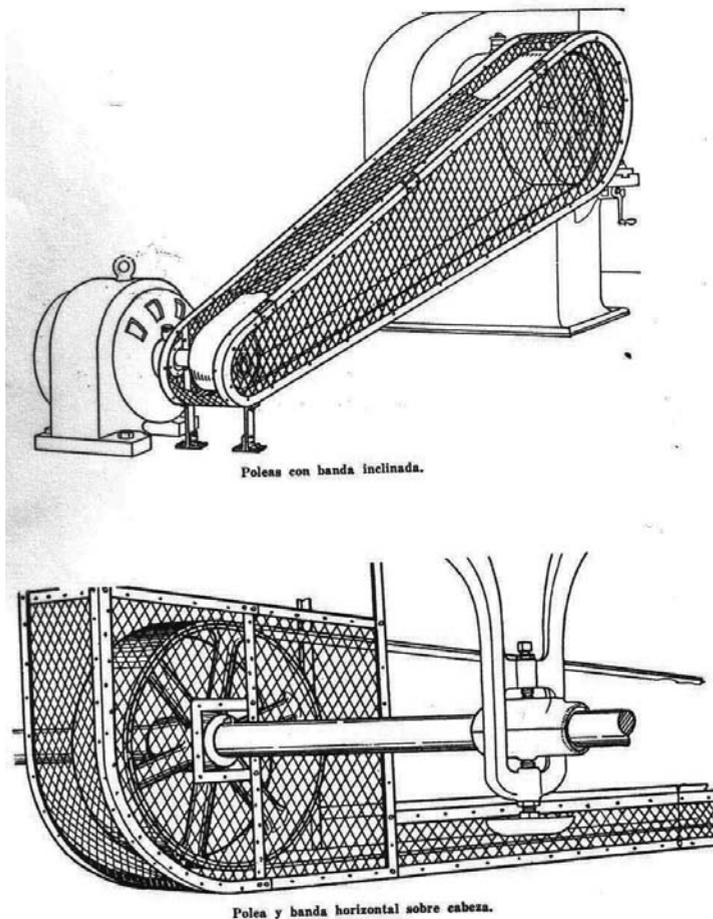


∅Cople.

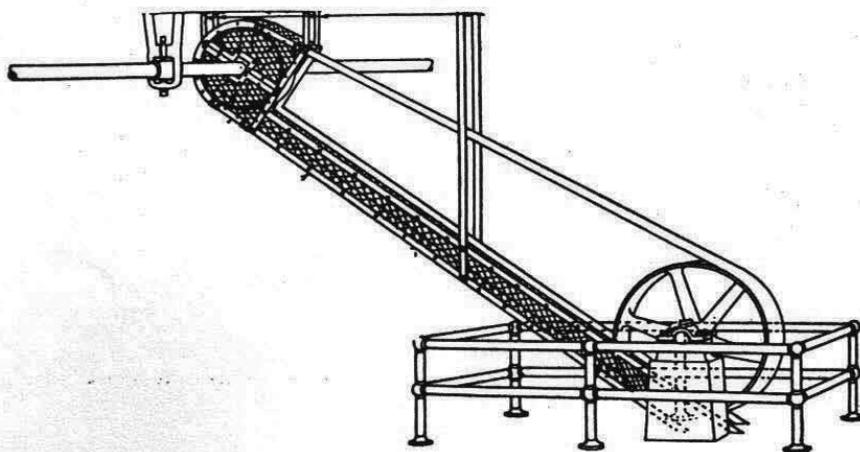
Un resguardo eficaz es aquel que elimina total y permanentemente el riesgo y que puede resistir el manejo y el uso y desgaste normales.

Los resguardos fijos contemplan la posibilidad de efectuar una abertura en su diseño cuando sea necesario alimentar la máquina.

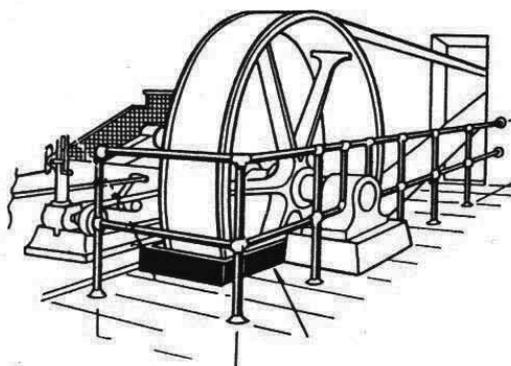
El tamaño de la abertura irá en función de la distancia al punto peligroso, de tal forma que impida el acceso del operario en modo voluntario o accidental a dichos puntos de peligro.



En la medida de lo posible, se conseguirá que las operaciones de mantenimiento y control se realicen sin que sea necesario desmontar el resguardo.

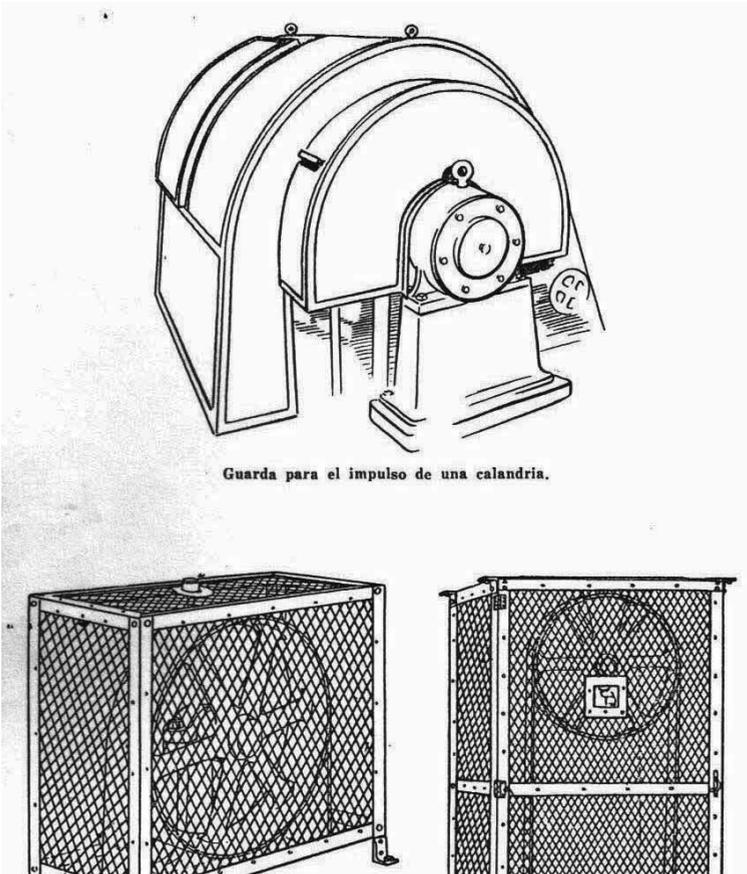
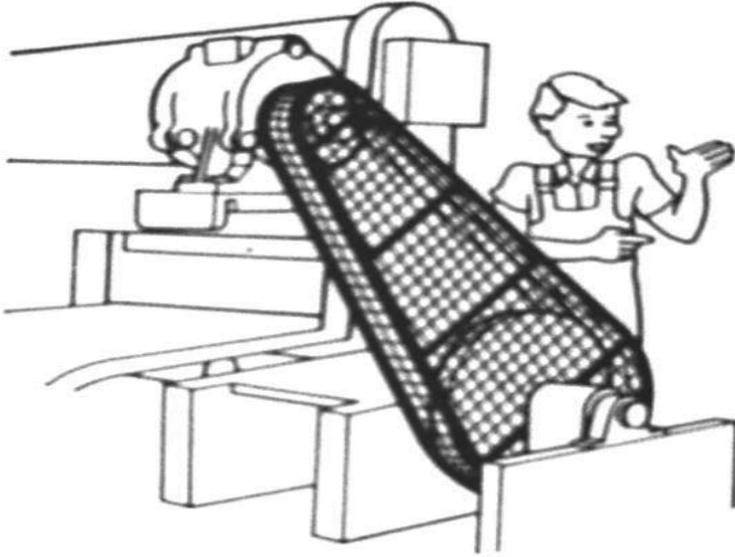


Poleas y banda inclinada.

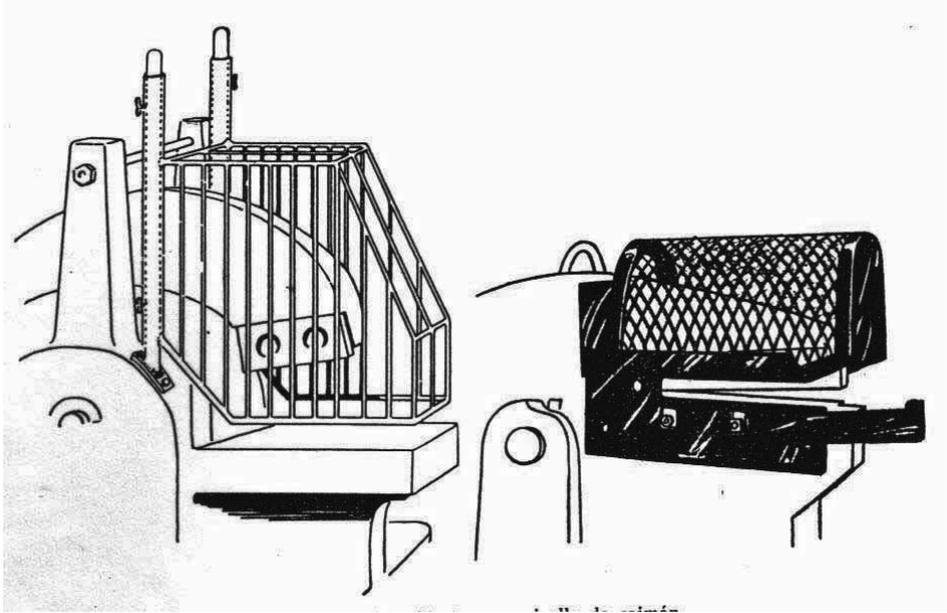


Volante con banda horizontal.

Se evitará utilizar para la fijación del resguardo tornillos con muesca longitudinal.



Guarda para el impulso de una calandria.



Guardas de cubierta para cizalla

Móvil

Resguardo generalmente asociado mecánicamente al bastidor de la máquina o a un elemento fijo próximo, mediante bisagras o guías de deslizamiento y que es posible abrir sin uso de herramientas.

Regulable

Resguardo fijo o móvil que es regulable en su totalidad o que incorpora partes regulables, cuando se ajusta en una cierta posición, permanece en la misma durante una operación determinada, hasta que no se efectúe una nueva regulación. Este tipo de resguardo se utiliza para aquellas máquinas que tienen un área o zona de peligro que no puede ser encerrada totalmente.

Su principio de funcionamiento consiste en proteger la zona de corte que queda al descubierto durante una determinada operación.

La regulación del resguardo, en longitud o altura, se ha de ajustar a la pieza a mecanizar, siendo por lo tanto necesario el adiestramiento de la persona que lo vaya a realizar.

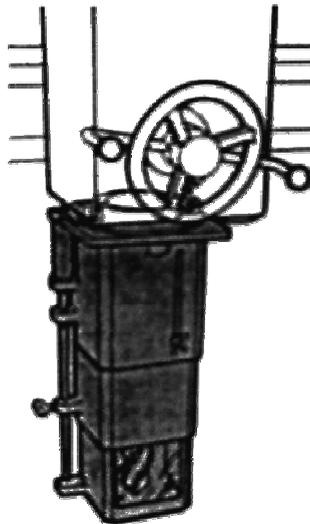
Este tipo de resguardo requiere un mantenimiento periódico para controlar la falta de holgura en el elemento regulable una vez fijado.

De igual modo, el diseño del resguardo no deberá permitir que el elemento regulable se quite fácilmente.

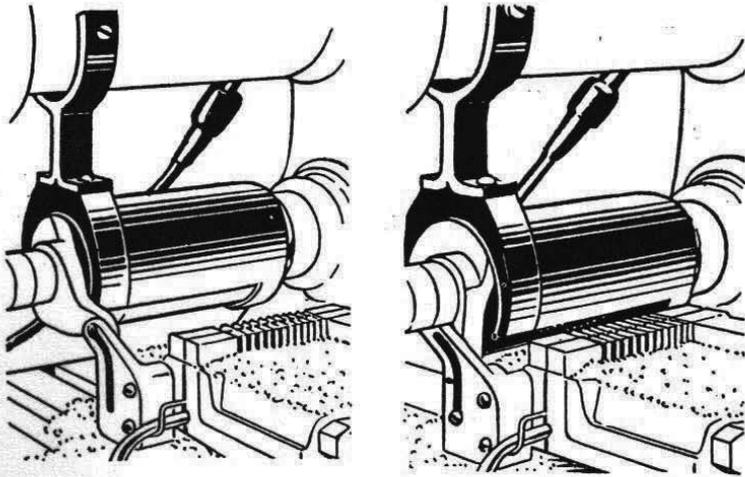
Puede aplicarse en máquinas fresadoras, taladradoras, cepilladuras de madera, disco de corte, sierra de cinta.

En función de las características de la máquina, pueden diseñarse los elementos regulables de un solo cuerpo o telescópicos.

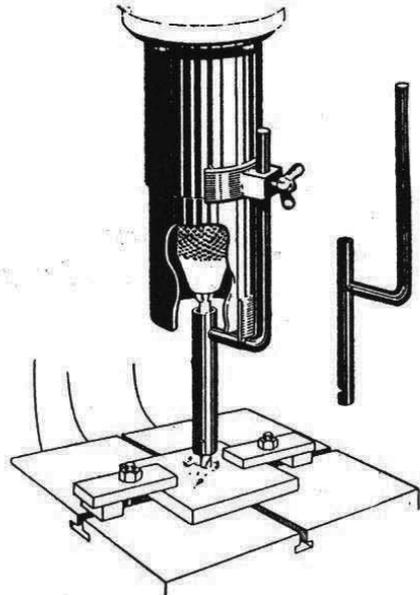
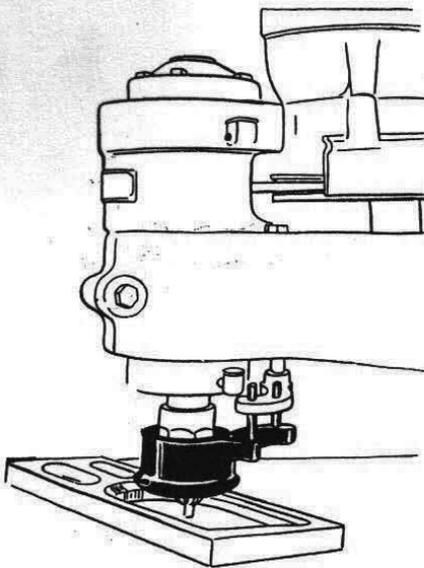
La necesidad de regular el resguardo a las dimensiones de la pieza a mecanizar implica que su utilidad se vea reducida a los casos de máquinas que trabajan en serie.



Resguardo regulable de un taladro



Fresadoras. La fresa debe estar totalmente cubierta cuando se retira la mesa y la guarda se abre automáticamente cuando la mesa avanza.

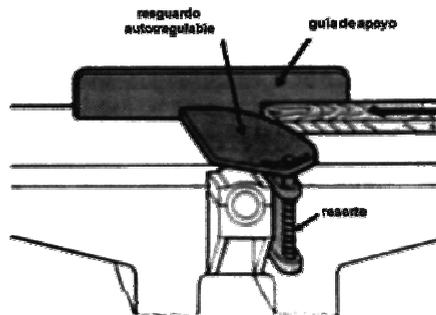


Autorregulable

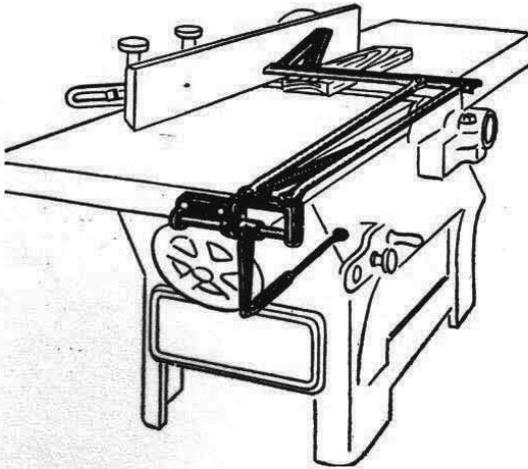
Es un resguardo móvil que, en posición de reposo, protege el área de peligro y se acciona con el empuje de la pieza a mecanizar, de tal modo que la apertura del mismo coincida con la dimensión de la pieza, actuando ésta parcialmente de medio de protección. Una vez acabada la operación, retorna a su posición de seguridad.

Se utiliza fundamentalmente en el sector de la madera, en máquinas tales como cepilladoras, taladradoras, sierras de disco, sierras de cinta.

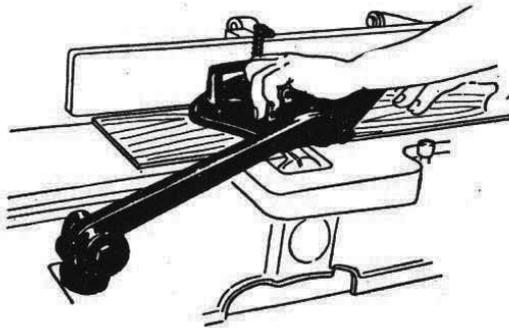
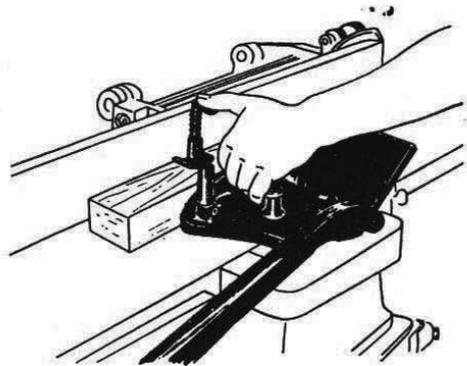
Al igual que el resguardo regulable, el hecho de que la pieza actúe parcialmente como medio de protección implica que al finalizar determinadas operaciones se haga necesario el uso de un empujador como elemento de seguridad complementario.



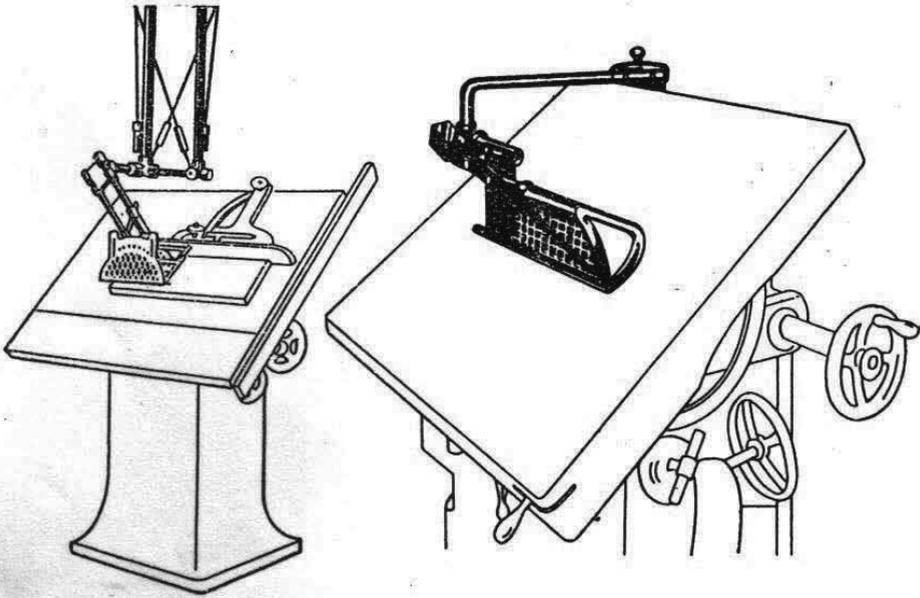
Resguardo auto regulable de una cepilladora



Las guardas de machihembradoras deben ajustarse automáticamente para cubrir todas las secciones de la cabeza en el lado de trabajo de la guía o calibrador y deben permanecer en contacto con el material en todo momento. La sección de la cabeza de corte en la parte posterior de la guía o calibrador también debe protegerse.

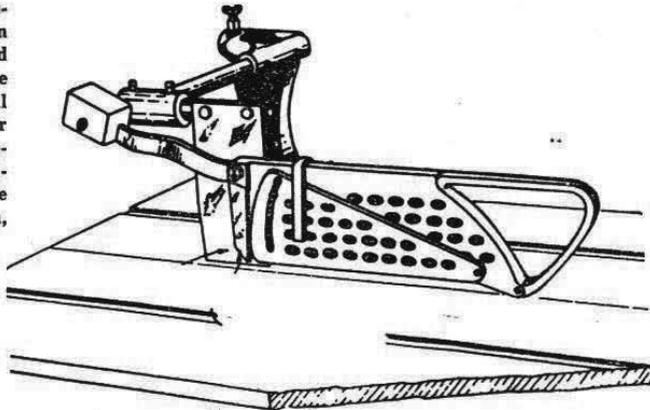


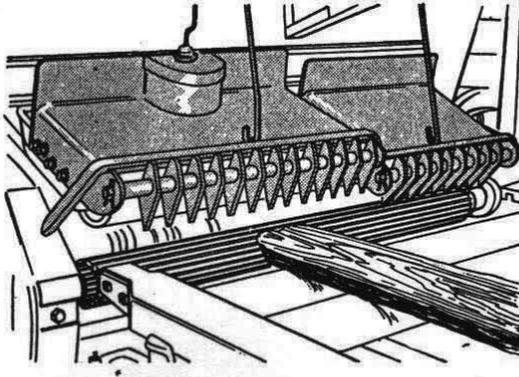
Guardas para machihembradora



Inclinación de una guarda de sierra.

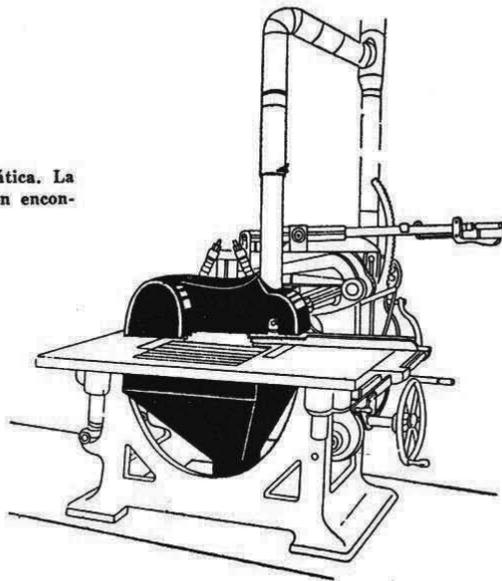
Las sierras circulares deberán estar provistas con una cubierta en la sierra que cubra la profundidad de los dientes. La cubierta se debe poder ajustar automáticamente al espesor del material y permanecer en contacto con éste. Deberá proveerse un extensor y un dispositivo para evitar retache. La parte expuesta de la sierra bajo la mesa, deberá estar protegida.





Cantadora. Las sierras de la cantadora deben estar cubiertas y deben proveerse rodillos de presión tanto en el lado de alimentación como en el de salida. Deberán proveerse dientes contra retache por lo menos en el lado de alimentación de las sierras. Todas las bandas, poleas y engranes deben estar cubiertas.

Sierra abridora de alimentación automática. La sierra y los rodillos alimentadores deben encontrarse completamente cubiertos.



Con dispositivo de enclavamiento

Cuando el trabajo requiera el acceso a una zona de peligro y no se pueda utilizar un resguardo fijo, que impida constantemente el acceso a la misma, es necesario disponer de un dispositivo o sistema de protección que elimine o reduzca el peligro antes de que se pueda acceder a esta zona o punto peligroso. Este es el principio de protección de un resguardo de enclavamiento que es aquel que

está constituido por un resguardo móvil conectado mediante un dispositivo de enclavamiento a los circuitos o mecanismos de mando de la máquina, de tal forma que:

- a) Hasta que el resguardo no esté perfectamente cerrado, la máquina no puede ser accionada.
- b) El resguardo permanece cerrado y bloqueado de manera que no puede abrirse hasta que la máquina haya sido parada y cesado el movimiento peligroso.

Si la máquina carece de movimiento residual o de inercia, o este es insuficiente para originar riesgo, se permite que el resguardo no quede bloqueado, siempre que al retirarle se desconecte la máquina.

La apertura del resguardo supone la orden de parada, mientras que su cerrado no provoca la puesta en marcha de la máquina.

Los resguardos han de cumplir las condiciones generales establecidas para estos elementos de protección:

- Estarán contruidos con material de resistencia adecuada.
- Si es necesario retendrán la proyección de partículas que se originen en el proceso de trabajo.
- Estarán fijados de forma segura a la máquina, suelo o a otro elemento fijo, de manera que no puedan ser ajustados ni desmontados sin la ayuda de una herramienta.
- Es recomendable que la herramienta no sea habitual en el puesto de trabajo.
- La abertura u orificios cumplirán la relación tamaño- distancia al punto de peligro establecida para los resguardos fijos.
- En especial al formar parte de un sistema de enclavamiento, se ha de cuidar extremadamente su diseño para que cubran totalmente la zona de peligro.
- Cuando por su forma o tamaño esto no se pueda lograr, y sea preciso utilizar dos resguardos, es necesario enclavar uno con otro para evitar el funcionamiento de la máquina hasta que ambos estén cerrados,

Los dispositivos de enclavamiento son los elementos encargados de impedir el accionamiento de la máquina mientras el resguardo no esté en la posición de seguridad determinada.

Estos dispositivos pueden ser mecánicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos o cualquier combinación de ellos.

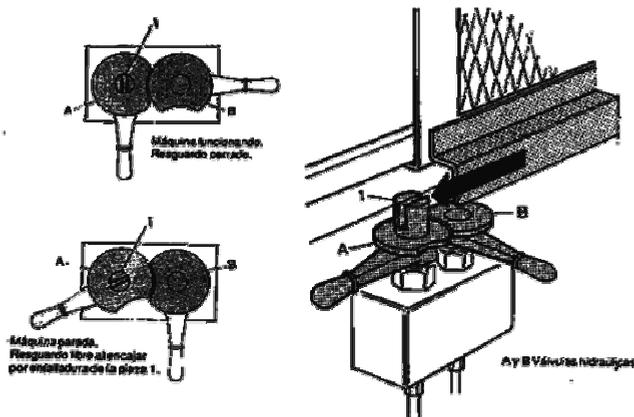
El tipo y forma de operación de enclavamiento deberá ser estudiado de acuerdo con el proceso al cual se aplica. El sistema de enclavamiento deberá ser de seguridad positiva, es decir, deberán ser de tal forma que cualquier fallo en su suministro de energía implique la parada inmediata de las partes peligrosas, o bien se impida la retirada del resguardo de su posición de seguridad.

Se distinguen dos clases de resguardos de enclavamiento: uno apropiado para situaciones de alto riesgo que se denomina enclavamiento de riesgo elevado, y otro aplicable a las demás situaciones llamado enclavamiento normal.

La adopción de un sistema de enclavamiento normal o de riesgo elevado vendrá determinada para cada caso concreto, por una valoración de la importancia relativa de cada uno de los factores involucrados. Entre ellos se han de considerar:

- La frecuencia con que se necesita acceder al área de peligro.
- El riesgo previsible y la gravedad del daño que podría producirse en caso de fallo del sistema de enclavamiento, teniendo en cuenta:
 - El método de trabajo.
 - La necesidad de acceso a la zona de peligro.
 - El movimiento de las partes protegidas por el enclavamiento.
 - Las características de la máquina.

Con dispositivo de enclavamiento y bloqueo



Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento y a un dispositivo de bloqueo mecánico. Se diferencia del anterior en que no puede abrirse hasta que desaparece el riesgo de lesión.

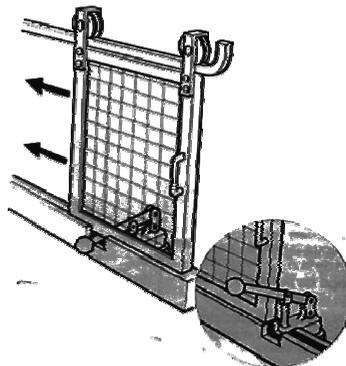
Asociado al mando

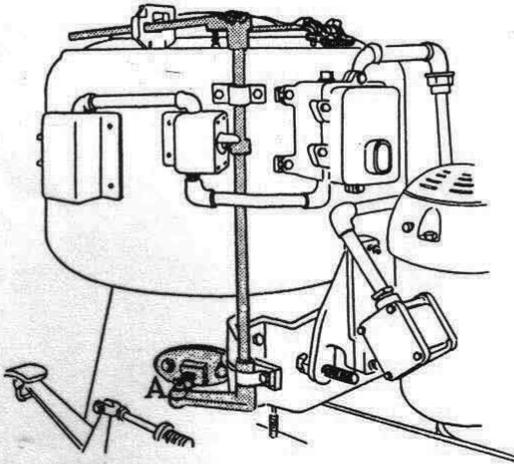
Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo, de forma que las funciones peligrosas de la máquina no pueden realizarse hasta que el resguardo esté cerrado, mientras que el cierre del resguardo provoca la puesta en marcha de la máquina. Conocidos también con el nombre de resguardos de control, son una subclase de resguardos de enclavamiento, especialmente concebidos para la protección de máquinas que se puedan detener en cualquier punto de su recorrido y / o invertir su movimiento, tales como prensas hidráulicas y neumáticas pequeñas.

Estos resguardos han de cumplir las siguientes condiciones de funcionamiento:

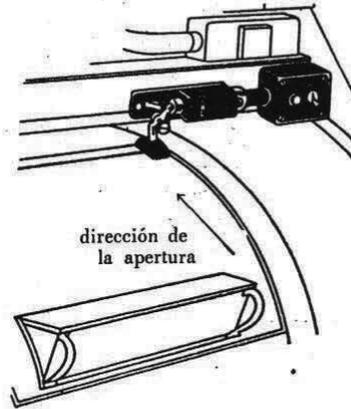
- La máquina no debe funcionar hasta que el resguardo esté cerrado.
- El cierre del resguardo inicia el funcionamiento secuencial de la máquina.
- El resguardo no queda bloqueado en la posición de cierre cuando la máquina está funcionando, si se abre cuando las partes peligrosas se encuentran en marcha, este movimiento es detenido inmediatamente o, si es necesario, invertido.

Para la selección del material a emplear en la construcción de resguardos, se deberán tener presentes los posibles problemas que se deriven del peso y dimensiones de los mismos, con relación a la necesidad de retirarlos y reponerlos en el trabajo o el mantenimiento normal de la máquina.

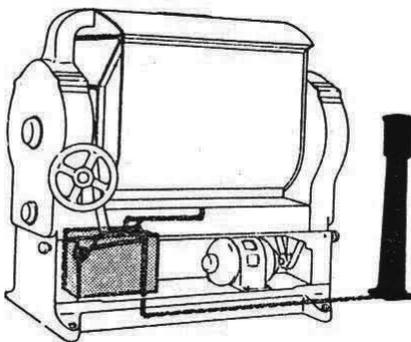




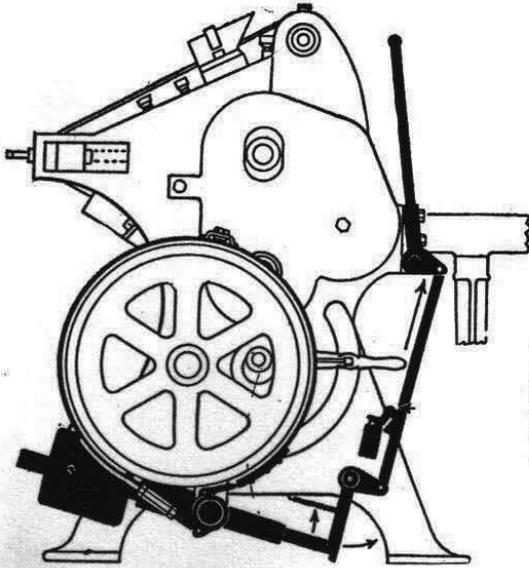
Guarda de cubierta de extractor interconectada. La cubierta está interconectada mecánicamente con el husillo de manera que no puede quitarse la cubierta hasta que el husillo esté en reposo.



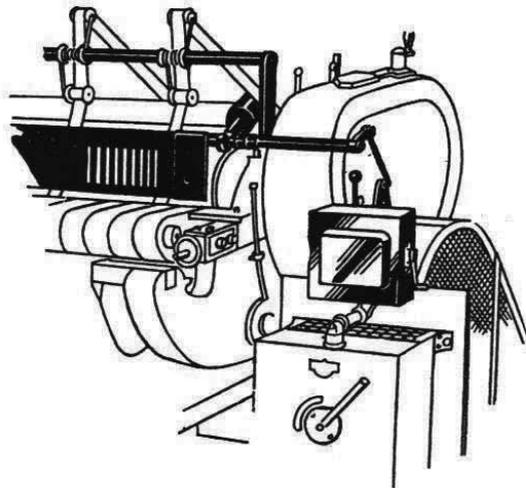
Interconexión eléctrica en una máquina lavadora. Cuando se abre la puerta, se abre el circuito del motor parándose la máquina. Dirección de apertura.



Interconexión eléctrica para inclinar una mezcladora de masa. El circuito eléctrico se cierra solamente cuando el tambor se encuentra en posición vertical. La mezcladora puede operarse en posición inclinada sólo aplicando una presión constante a un segundo interruptor.



Guarda de palteadora. La presión del cuerpo del operador contra el librador horizontal al frente de la máquina, abre la corriente eléctrica en el interruptor de contacto y simultáneamente dispara el freno del volante, parando rápidamente la máquina.



Guarda de planchadora de metal. Si la mano del operador pega contra la barrera articulada, el interruptor de contacto abre el circuito, parando la máquina.

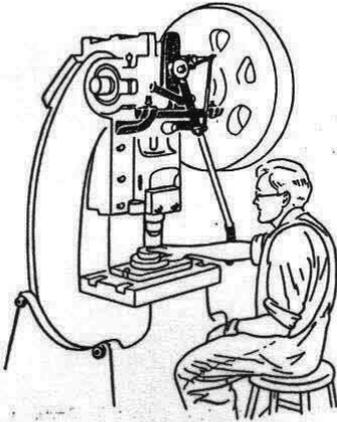
Apartacuerpos y apartamanos

Se utilizan para garantizar la inaccesibilidad a los elementos móviles de las máquinas que no precisan de la intervención del operario durante su funcionamiento, pero que sin embargo, necesita el operario acceder al punto de operación para alimentar y / o extraer la pieza correspondiente.

Hoy en día, el dispositivo retiramanos tiene grandes desventajas, siendo ineficaz y a veces, incluso peligroso, por lo que no se considera como medio de protección en las máquinas, que por su acción, activan el dispositivo retiramanos. En estos casos, cualquier fallo en el sistema de barrido no detendría el movimiento peligroso de la máquina, por lo tanto, se estaría fuera de todo sistema de seguridad positiva.

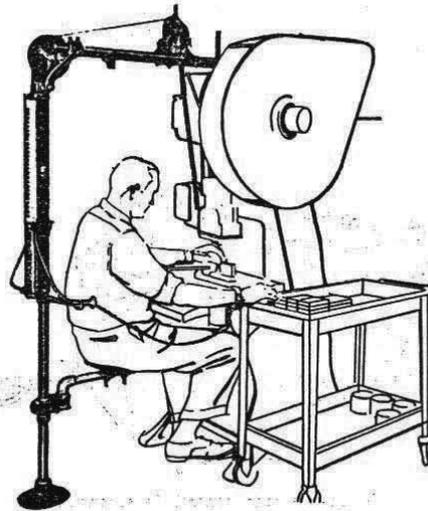
Los dispositivos apartacuerpos y apartamanos deben cumplir con las siguientes condiciones:

- El acceso a la zona de peligro se hará a través de la zona barrida por el apartamanos o apartacuerpos, y deberán cubrirse los huecos con resguardos fijos adicionales.
- El movimiento del apartacuerpos o apartamanos no creará riesgo de golpes o atrapamientos adicionales.
- Estos resguardos deberán de estar fijados sólidamente a la máquina, de forma que no puedan ser desplazados sin el uso de herramientas.
- Tendrán un movimiento tal que asegure el alejamiento de las manos o del cuerpo del operario, respectivamente.
- La parte o elemento móvil del resguardo deberá de entrar en funcionamiento al iniciarse el movimiento del elemento o parte peligrosa de la máquina.
- El mecanismo deberá de ser diseñado de forma que permita un uso mínimo de mantenimiento.
- La distancia de la barra horizontal del apartacuerpos, hasta la línea de peligro, en proyección horizontal, estará en función de la altura de la barra y de la línea de peligro al suelo.
- La carrera de las prensas debe ser fija y sin posibilidades de ajustes. Si hay operarios a ambos lados de la prensa debe instalarse una barra apartacuerpos a ambos lados de la misma.



Guarda empujadora. La guarda móvil empuja la mano del operador, alejándola de la zona de peligro, antes de que descienda el émbolo. Son preferibles los brazos de doble trayectoria y guardas de barrera a los lados del dado para evitar que el operador tenga acceso si rodea la guarda.

Las manos del operador son retiradas de la zona de peligro antes de que descienda el émbolo.

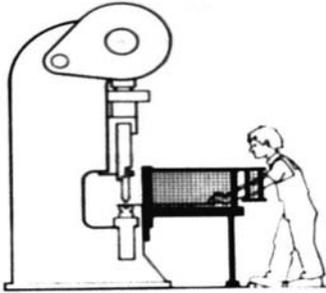


Distanciadores

Es un resguardo fijo que no cubre totalmente la zona de peligro pero lo coloca fuera del alcance normal.

Su aplicación está pensada para los casos en que, al igual que en los resguardos fijos con abertura, es necesario alimentar manualmente la máquina, o que por razones de envergadura no procede el resguardo fijo.

No encierra totalmente la zona peligrosa, pero por sus dimensiones y distancia a dicha zona, la hace inaccesible para el trabajador.



Los resguardos fijos no permiten una abertura de alimentación mayor de 150 mm, siendo el resguardo distanciador el que da opción a otros sistemas de alimentación manual.

El resguardo distanciador adoptará la forma que requiera la máquina para su alimentación, siendo los más representativos:

- Resguardo túnel: Como su nombre lo indica, adopta la forma de túnel, con una relación distancia-abertura que no permite el acceso al punto de peligro. Como norma, el resguardo túnel debe ir atornillado a la máquina y tan solo en aquellos casos en que por necesidad de mantenimiento o limpieza

continua de la zona de alimentación se requiera el levantamiento del mismo, se permite instalar un sistema de enclavamiento asociado al mando de la máquina que impida su funcionamiento hasta que no esté en su posición de seguridad.

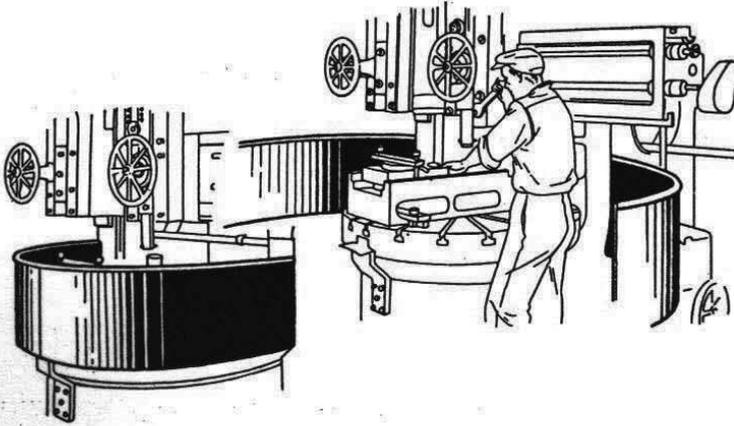
- Barra de disparo distanciador: Es un dispositivo consistente en una barra distanciadora acoplada a un sistema de enclavamiento conectado a los mandos de la máquina.

Su filosofía de trabajo es tal que no permite el funcionamiento de la máquina hasta que la barra no sea retirada hacia fuera de la zona de peligro, quedando enclavada en la posición de seguridad hasta que finalice la operación.

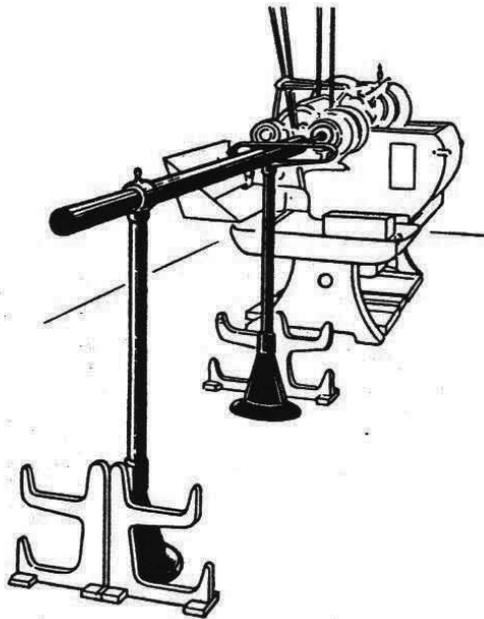
Para los casos en que la envergadura de la zona o punto de peligro no pueda ser protegida mediante resguardo fijo.

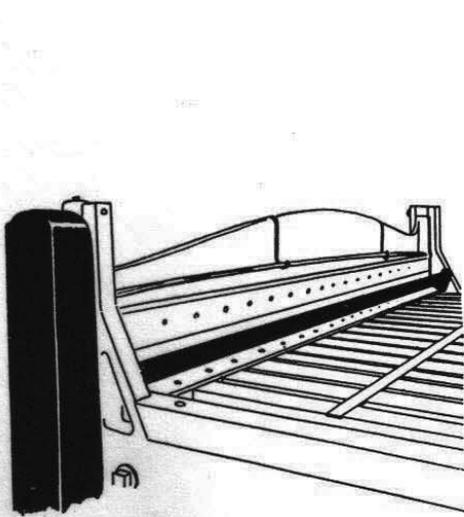
- Barrera fija: En aquellas circunstancias en que la protección de un punto o zona de peligro no es viable con resguardos fijos, se puede emplear una barrera fija con una determinada altura que impide el acceso normal a dicho punto de peligro.

La altura de la barrera va en función de la distancia a la zona de peligro, y viene determinada por normas basadas en medidas reales de la población.

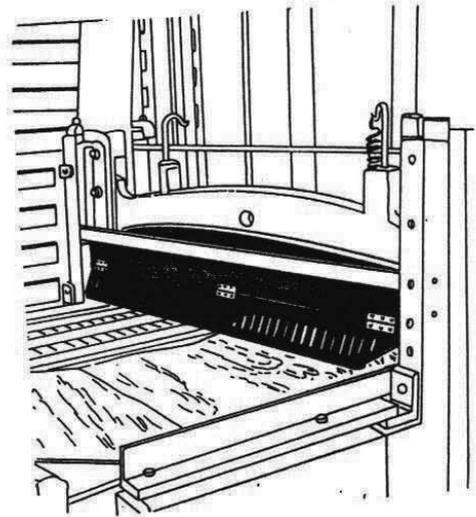


Guardas de barrera para taladro vertical—la guarda está hecha en dos secciones, está articulada a la máquina y es de fácil operación.



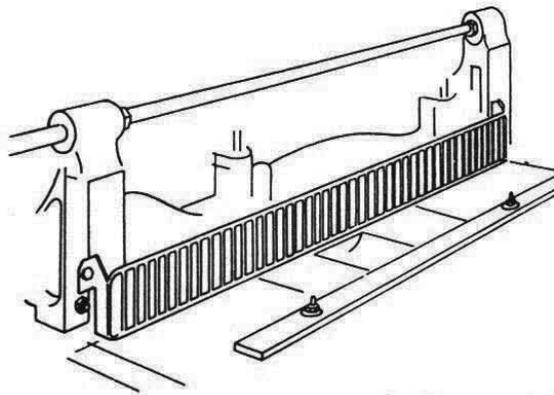


Lado posterior.



Lado frontal.

Guarda de barrera para cortadora de hoja.



Características de los materiales a emplear en la construcción de los resguardos:

Los materiales que se pueden emplear son:

- Material compacto: es normalmente el más resistente, pero deberá de permitir una refrigeración adecuada.
Material perforado: mantendrá en todo momento la relación abertura – distancia al punto de peligro.
- Pantallas transparentes: cuando tras el resguardo se necesite ver la zona de operación de la máquina, se debe recurrir a materiales como: vidrio templado o plástico rígido. De entre los materiales plásticos y en orden decreciente de resistencia, se pueden citar el policarbonato, el acetato de celulosa y la resina acrílica. En cuanto su resistencia al calor, no se deberán emplear a temperaturas superiores a 135 °C para el policarbonato, 90 °C para la resina acrílica y 70 ° para el acetato de celulosa. Por último, hay que considerar el hecho de que se rayan, lo que origina que su transparencia disminuye con el uso.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Se deben instalar cuando es necesario el acceso a la zona de peligro.

De enclavamiento

Dispositivo de protección mecánico, eléctrico o de cualquier otra tecnología, destinado a impedir el funcionamiento de ciertos elementos de una máquina bajo determinadas condiciones (generalmente cuando el resguardo está cerrado).

De validación

Dispositivo suplementario de mando, accionado manualmente, utilizado conjuntamente con un órgano de puesta en marcha que, mientras se mantiene accionado, autoriza el funcionamiento de una máquina.

Sensible

Dispositivo que provoca la parada de una máquina o de elementos de una máquina, cuando una persona o parte de su cuerpo rebasa un límite de seguridad (dispositivo sensible a la presión, fotoeléctricos, etc). Son dispositivos de seguridad que preestablecen un límite de aproximación a la zona de peligro de la máquina en funcionamiento, y que una vez superado dicho límite actúa de varias formas:

- Parando la máquina.
- Deteniendo los elementos peligrosos de la misma e invirtiendo, si es preciso el movimiento.

El límite de seguridad, sea cual fuera el método escogido, deberá estar calculado para que el tiempo de acceso del operario al punto de peligro sea mayor que el que interviene la máquina en adoptar la posición de seguridad, una vez accionado el dispositivo.

Para estos cálculos se establece que la velocidad del gesto será:

- Igual o superior a 1.6 m/seg para detectar los movimientos que empiezan y terminan a velocidad cero.
- Igual o superior a 1.8 m/seg para la detección de movimientos ya iniciados.

Al no ser un resguardo, su eficacia dependerá en gran medida de las características de la máquina, concretamente del tiempo de parada, debiendo ser exigidos unos márgenes muy estrechos, e incluso, si fuera necesario, acoplar un sistema de frenado.

Otra característica fundamental a tener en cuenta en estos dispositivos es que una vez accionados, los elementos peligrosos de la máquina no podrán ponerse en marcha hasta tanto no hayan sido rearmados estos dispositivos manualmente.

Normalmente estos dispositivos actúan sobre el circuito de mando de la máquina, por lo que el tipo de riesgo a proteger es el considerado normal.

Los dispositivos detectores de presencia se clasifican en:

- Detectores mecánicos.
- Detectores fotoeléctricos.
- Detectores ultrasónicos.
- Tarima sensible a la presión.

Detectores mecánicos

Estos dispositivos consisten en un elemento mecánico o una barrera que ha de ser desplazado o movido físicamente para entrar en funcionamiento.

Una vez accionado, actúa sobre un dispositivo que para la máquina o elemento peligroso antes de ser alcanzada la zona de peligro.

Detectores fotoeléctricos

Su principio consiste en un haz luminoso que crea una barrera inmaterial entre el operario y los elementos peligrosos de la máquina y que al ser traspasada, un detector fotoeléctrico capta la señal y cursa orden inmediata de parada del elemento peligroso.

Las barreras fotoeléctricas deben cumplir los siguientes condicionantes:

- Mientras que el haz esté interrumpido no se podrán poner en marcha los elementos de la máquina.
- Si durante el funcionamiento del elemento peligroso se produce la interrupción del haz, el dispositivo se acciona para parar inmediatamente el elemento, y si es necesario, invertir el movimiento antes de llegar al punto de peligro.

La barrera fotoeléctrica ha de ser instalada con las siguientes exigencias:

- No existirá espacio suficiente entre la mesa de alimentación y la barrera para que pueda penetrar una persona sin ser detectada por la parte inferior de la misma.
- El ancho de la barrera ha de ser tal, que impida el acceso al punto de peligro por la parte inferior o superior de la misma sin ser detectado.
- Para ambos casos si no es posible respetar dicha distancia, se podrá optar por la colocación de una segunda barrera fotoeléctrica perpendicular a la primera o una barrera única acodada, o bien por un resguardo fijo o un resguardo de enclavamiento.
- Su fijación será tal que no le afecte las vibraciones propias de la máquina.

Este dispositivo debe responder al concepto de seguridad positiva, cualquier fallo en uno de sus órganos principales (autocontrol) provocará la orden de parada:

- Inmediatamente en el caso de que el elemento peligroso avance al punto de peligro y se carece de protector mecánico.
- Cuando se dispone de protección mecánica, parará al terminar el ciclo, anulando cualquier orden posterior de marcha del elemento peligroso.
- Si no se dispone de protección mecánica pero el elemento peligroso se retira del punto de peligro, finalizando el ciclo con las mismas condiciones del apartado anterior.

En el inicio de cada ciclo de trabajo de la máquina, el dispositivo detector se autoverificará (test de seguridad) confirmando su perfecto estado de funcionamiento y ausencia de fallos.

Los estados de anomalía o funcionamiento correcto deberán ser señalados por iniciadores luminosos incorporados al dispositivo.

Las barreras fotoeléctricas no pueden ser instaladas en máquinas que trabajen con embrague a revolución completa.

Las cortinas con barrera de luz visible pueden tener problemas de interferencias.

El haz luminoso es lanzado por el emisor hacia un reflector (reflexión directa) y éste lo reenvía al receptor, en caso de interceptación del haz se produce el cambio en el estado de conmutación de la salida.

Detectores capacitivos

Consta de tres etapas básicas: circuito oscilante (R-C), amplificación y salida de conmutación.

El circuito oscilante se ajusta próximo al punto crítico de oscilación, siendo las placas del condensador las que actúan de cabeza sensible, estando colocadas de tal forma que las líneas del campo eléctrico se cierran a través del aire. Cualquier variación de dichas líneas en el aire por la presencia de un objeto provocará el inicio de las oscilaciones del circuito.

Esta variación es transmitida a la etapa final previa amplificación para proceder al cambio en el estado de conmutación. (Las salidas suelen ser lógicas digitales).

El hecho de que las líneas del campo eléctrico generadas por el condensador puedan ser variadas en función de la constante dieléctrica del objeto, densidad y volumen del mismo, obliga a que la mayoría lleven incorporado un ajuste de sensibilidad.

Para su instalación se debe tener en cuenta:

- Que pueden ser alimentados tanto por corriente continua como alterna, pero siempre con tensiones de seguridad.
- El hecho de que estos dispositivos puedan detectar cualquier objeto a su alrededor, obliga a que en su montaje se respeten unas distancias mínimas.

- En caso de instalación empotrada, la cabeza sensible deberá estar a una distancia no inferior de la pared u obstáculo de 20 mm.
- En la instalación de detectores consecutivos se mantendrá una distancia no inferior a 100 mm.

Detectores ultrasónicos

Al igual que en los anteriores, consta de tres etapas:

- Generador de frecuencia y emisor.
- Receptor y amplificación.
- Salida de conmutación.

El generador de frecuencia emite una onda a través de un T.D.R. (cabezal emisor) y es recogida por otro T.D.R. (cabezal receptor), trasformándola en señal eléctrica y la transmite a la salida de conmutación previamente amplificada.

Al igual que el detector capacitivo, incorpora un elemento de ajuste de frecuencia crítica.

Estos detectores, junto con los capacitivos, no son actualmente de gran fiabilidad por cuanto su regulación y sensibilidad suelen ser críticas.

Tarima sensible a la presión

Es una tarima instalada alrededor de la zona de peligro y que interiormente incorpora una serie de interruptores eléctricos o bien distribuidores hidráulicos o neumáticos conectados a la unidad de mando de la máquina.

Su principio de funcionamiento se basa en que al ejercer una presión sobre la tarima se activan uno o varios interruptores deteniendo la máquina o el elemento peligroso.

De retención mecánica

Dispositivo cuya función es la de insertar en un mecanismo, un obstáculo mecánico (cuña, pasador, etc) capaz de oponerse, con base en su resistencia a cualquier movimiento peligroso.

Limitador

Dispositivo que impide que una máquina o elementos de una máquina sobrepasen un límite establecido (limitador de presión, desplazamiento, etc).

Disuasorio

Cualquier obstáculo material que no impide totalmente el acceso a una zona peligrosa, pero que reduce la posibilidad de acceder a ella, por restricción del libre acceso.

Mando sensitivo

Dispositivo de mando que pone y mantiene en marcha los elementos de una máquina solamente mientras el órgano de accionamiento se mantiene accionado. Cuando se suelta retorna a la posición de parada.

Mando a dos manos

Mando sensitivo que requiere como mínimo el accionamiento simultáneo de dos órganos de accionamiento para iniciar y mantener el buen funcionamiento de una máquina o de un elemento de una máquina, garantizando así la protección de la persona que actúa sobre los órganos de accionamiento. El doble mando es un dispositivo de seguridad que normalmente se utiliza en prensas, cizallas, guillotinas, etc., pero sobre todo en las primeras.

El mayor riesgo que presentan estas máquinas es el atrapamiento de las manos entre las partes activas de la máquina, por lo que una de las soluciones es garantizar que durante el recorrido peligroso de la máquina, las manos del operario estén ocupadas en el accionamiento y lejos de la zona de peligro.

Lógicamente, este principio de protección, es factible cuando se trata de máquinas de revolución parcial.

El sistema de este dispositivo puede ser mecánico, neumático, eléctrico, electrónico o hidráulico.

Las condiciones de funcionamiento son las siguientes:

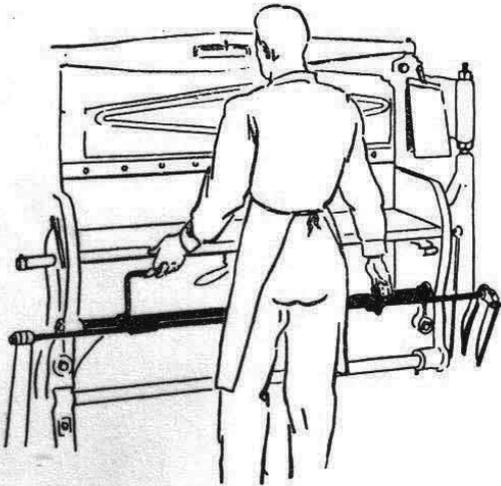
- Los pulsadores de doble mando deben estar situados a una determinada distancia y protegidos, de forma que no puedan ser accionados con una sola mano, con una mano y otra parte del cuerpo o con una herramienta.
- La máquina arrancará solamente si los pulsadores son maniobrados simultáneamente o en un intervalo de tiempo inferior a 0.5 seg (simultaneidad).
- Si uno o ambos pulsadores son soltados mientras dure el movimiento peligroso de la máquina, este movimiento se detendrá inmediatamente y si es necesario, se invertirá (funcionamiento sensitivo).

- No será posible iniciar el siguiente ciclo de trabajo hasta que ambas manos hayan vuelto a posición de reposo.
- De existir varios métodos de funcionamiento, el método elegido será enclavable únicamente por persona autorizada y por medio de una herramienta especial o llave.
- Si trabaja más de un operario en la máquina deberá cumplir además con los siguientes puntos:
 1. Deberán existir tantos mandos como operarios.
 2. Solo será posible iniciar el ciclo con todos los mandos.
 3. Solo se exige simultaneidad para cada mando.

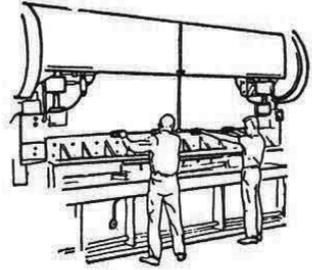


Doble comando

Las influencias externas no perjudicarán la capacidad protectora del doble mando. Estas influencias externas pueden ser: vibraciones, cuerpos extraños, campos externos, temperatura ambiente, alteraciones de la red eléctrica, etc.

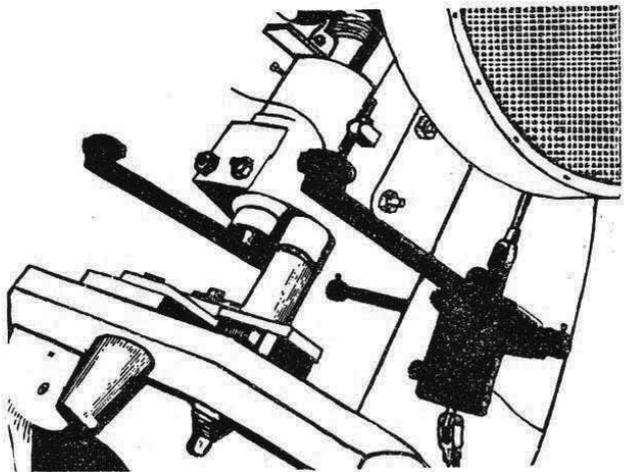


Dispositivo de disparo a dos manos para guillotina de papel.



Prensa operada por dos hombres, en la que cada operador necesita activar dos interruptores, simultáneamente.

Prensa de punzonar. El dispositivo de disparo a dos manos, requiere el uso simultáneo de ambas manos en prensas con carrera no interrumpida, el dispositivo debe requerir la presión continua de los controles de manera que el operador no pueda tener acceso a la zona de peligro.



Condiciones de empleo:

El doble mando se podrá utilizar como sistema de seguridad, únicamente en aquellas máquinas en las que el movimiento peligroso de cierre pueda detenerse en cualquier punto de su recorrido.

Solamente se podrán emplear en aquellos equipos en los que la repetición no intencionada del movimiento peligroso esté controlada.

Los dispositivos de mando a dos manos se instalarán a una distancia y forma que no sea posible introducir las manos en la zona de peligro después de haber soltado los órganos de mando.

Esta distancia de seguridad se refiere a la que debe de existir desde el doble mando a la zona de peligro de la máquina. Se debe prestar atención especial en aquellas máquinas en las que el doble mando es tipo pupitre desplazable.

En las máquinas de embrague de revolución parcial que utilicen o puedan utilizar como sistema de protección el doble mando, irán provistas de un dispositivo que controle de forma permanente el recorrido de inercia en el frenado. Dicho dispositivo impedirá la puesta en marcha o el inicio de un nuevo ciclo si se sospecha el límite prefijado.

Dispositivo de hombre muerto

El mando con dispositivo de hombre muerto sólo permite el movimiento de la máquina mientras está accionado y mantenido en una cierta posición, de forma que el movimiento peligroso de la máquina se para automáticamente cuando se suelta el mando.

El mando a dos manos se puede utilizar como dispositivo hombre muerto.

Para que el dispositivo de hombre muerto ofrezca la suficiente seguridad, debe guardar la distancia de seguridad.

El uso de este dispositivo como mando a distancia de una máquina, sólo es aceptable si no es posible la instalación de resguardos eficaces y cuando no hay peligro de movimientos de inercia en las partes peligrosas una vez soltados los mandos.

Autocontrol

Los mandos a dos manos serán de tal modo, que la avería de una de sus partes no origine una marcha continuada o un arranque intempestivo.

Una vez presentada la avería de una parte cualquiera del mando a dos manos, resultará impedido todo ulterior movimiento de cierre.

Además del autocontrol del mando, hay que conseguir que la transmisión de la señal o su anulación para mandar los circuitos de potencia, tenga una alta seguridad de funcionamiento.

Así, en las máquinas electro neumáticas, la válvula que da entrada al aire debe ser doble, además de doblar los sistemas de contadores, fines de carreras, frenos, etc., con control instantáneo de fallo.

Siempre que se utilice el doble mando bimanual como sistema de protección, la válvula que gobierna el sistema embrague-freno será doble y actuará de tal forma que el funcionamiento desequilibrado y la ausencia de señal de mando o de presión de fluido conduzca siempre a la posición de desembrague o de frenado.

Esta válvula, al ser doble, requiere para su correcta aplicación, recibir la señal en cada una de sus mitades. Las dos señales serán distintas y transmitidas por caminos distintos e independientes entre sí.

El incorrecto funcionamiento de la válvula conducirá al paro y bloqueo de la máquina.

Dispositivos de movimiento residual o de inercia

Son dispositivos, que asociados a un resguardo, están diseñados para impedir el acceso a las partes o elementos mecánicos de una máquina, que por su inercia, permanecen en movimiento una vez cortado el suministro de energía.

Condiciones de funcionamiento

Generalmente estos dispositivos estarán asociados a un resguardo de enclavamiento y con la función de evitar que este se pueda retirar mientras que los elementos de una máquina permanezcan en movimiento peligroso por causa de la inercia de los mismos, aún cuando el suministro de energía haya sido desconectado.

Esta función se puede conseguir por alguno de los siguientes sistemas:

- Un temporizador que impedirá la retirada del resguardo durante un tiempo determinado.
- Un dispositivo detector de rotación que mantendrá el resguardo bloqueado mientras exista movimiento peligroso.

- Un freno que detendrá el movimiento peligroso cuando el resguardo sea retirado o se corte el suministro de energía.

Dispositivos temporizadores

Se conoce con el nombre de "Temporizadores» a aquellos elementos que realizan una operación determinada en función del tiempo transcurrido.

Como dispositivos de seguridad estos elementos han de impedir que un resguardo pueda retirarse durante un tiempo predeterminado.

Para su adecuada utilización es necesario:

- a) Conocer el tiempo que transcurre desde que se corta el suministro de energía hasta que se detienen los elementos mecánicos de las máquinas.
- b) Este tiempo ha de ser muy regular o mejor aún, constante, pues de lo contrario habría que sobredimensionarlo, lo que implicaría una pérdida de productividad de la máquina.

Por sus características estos dispositivos encontrarán su mayor campo de aplicación en:

- Puntos peligrosos a los que haya que acceder de forma esporádica.
- Máquinas en las que el tiempo de parada sea muy pequeño comparado con el tiempo de trabajo.

Estos dispositivos pueden ser manuales, mecánicos, eléctricos, neumáticos.

Dispositivos temporizadores manuales

En estos dispositivos el tiempo de retención del resguardo se controla en función de las operaciones que manualmente debe realizar el operario para liberarle.

Dispositivos temporizadores mecánicos

Son aquellos dispositivos en los que el tiempo de retardo se controla mecánicamente, usualmente dispositivos de relojería.

Una realización práctica de estos dispositivos la constituye las llaves cautivas con retardo mecánico.

Dispositivos temporizadores eléctricos

Son elementos que utilizan la energía eléctrica para controlar el tiempo de retardo en la apertura del resguardo. Se le suele denominar "Cerrojos automáticos de retardo».

Básicamente son dispositivos electromagnéticos constituidos por un cerrojo eléctrico (electroimán), un interruptor eléctrico y el mecanismo de retardo.

Estos mecanismos de retardo lo constituyen básicamente los denominados relés de tiempo de los que existe una gran variedad y que pueden utilizar como elemento contador del tiempo desde un simple condensador, hasta cristales de cuarzo, pasando por toda una gama de circuitos electrónicos.

Un sistema que aplica estos dispositivos lo constituyen las llaves cautivas con retardo eléctrico, que funcionan de forma similar a las mecánicas con la única diferencia que el control del tiempo se realiza mediante la acción de un temporizador eléctrico.

Dispositivos temporizadores neumáticos

Estos son dispositivos que utilizan el aire comprimido para controlar el tiempo de retardo.

Son básicamente semejantes a los temporizadores eléctricos con la salvedad de que el electroimán se sustituye por un cilindro neumático.

Dispositivos detectores de rotación

Son dispositivos que impedirán la retirada de un resguardo mientras exista movimiento peligroso en los elementos mecánicos de las máquinas por causa de la inercia de los mismos.

Su principal campo de aplicación lo encuentran como elemento de protección en aquellas máquinas cuyo tiempo de parada no sea regular o dependa de las condiciones de utilización de la máquina.

Estos dispositivos funcionan según principios diferentes como por ejemplo: fuerza centrífuga, fricción, corrientes de Foucault, etc., pero no todos son de seguridad positiva, por lo que su uso solo debe considerarse en máquinas donde se permita un resguardo de enclavamiento de tipo normal.

Pueden funcionar también con contacto sobre el eje o sin contacto.

Al elegir uno de estos dispositivos es necesario tener en cuenta la velocidad de giro mínima que son capaces de detectar, a fin de garantizar que la máquina se encuentre totalmente parada o gire a una velocidad que no pueda producir accidentes.

La utilización de tacómetros conjuntamente con cerraduras de llaves cautivas es una aplicación de este sistema de protección.

En la actualidad existen una gran gama de detectores inductivos, capacitivos, ópticos, etc., que conjuntamente con un relé tacométrico pueden ser también utilizados como detectores de movimiento en la configuración de estos sistemas de protección, si bien es necesario que estos equipos electrónicos cumplan con las condiciones de ser auto vigilados, protegidos contra interferencias electromagnéticas y resistentes a la temperatura y vibraciones.

Los detectores de rotación mecánicos son complejos, de difícil utilización y de mala respuesta a baja velocidad normalmente. Se basan, casi en su totalidad en el efecto de la fuerza centrífuga.

Dispositivos de frenado

Estos dispositivos impedirán que las partes mecánicas de las máquinas sigan en movimiento por causa de la inercia cuando se desconecte la energía o se retire el resguardo.

Estos dispositivos deberán de ser de suficiente capacidad de frenado, los elementos atornillados estarán protegidos para impedir su desajuste o desprendimiento a causa del par inverso producido por el frenado y los elementos de fijación serán de tal manera que no puedan resultar arrancados por la acción del freno.

Los sistemas de frenado serán en la medida de lo posible del tipo de seguridad positiva, es decir que el freno actuará cuando se corte el suministro de energía.

Pueden ser de diferentes tipos:

- a) frenos mecánicos: son aplicados por acción manual, por resorte o por gravedad.
- b) Frenos eléctricos: su aplicación se efectuará por un accionamiento eléctrico.

Existen diferentes tipos y formas:

- Frenado por corriente continua: Consiste en desconectar los devanados del estator del motor del suministro de alterna y conectarlos a corriente continua.
- Frenado por condensador: Este sistema consiste en:
 - Desconectar el suministro de alterna y conectado a una batería de condensadores.
 - Mejorar el efecto de frenado durante el período final, cortocircuitando los bornes del motor.
- Frenado por contracorriente: Este método consiste en permutar las conexiones de un motor de dos fases.

Dispositivos de retención mecánica

Es aquel elemento físico que en forma de separador (calzo, pivote, teja, etc), se sitúa entre las matrices cuando éstas están en sus puntos de máxima separación "posición abierta», garantizando en todo momento una sujeción mecánica suficiente para detener el movimiento de la matriz, si se pone en marcha y comienza a cerrarse con el resguardo abierto.

Hay que hacer notar que en la actualidad, se vienen empleando dispositivos de retención mecánica que aún no coincidiendo con la definición, garantizan un resultado práctico y eficaz. Esta referencia tiene que ver con la colocación de dispositivos de retención mecánica en las guías o elementos que acompañan en su movimiento a la matriz, aunque en la mayoría de los casos el accionamiento es neumático o eléctrico, participando el operador de forma indirecta en su accionamiento.

Par la aplicación de este método es necesario realizar un análisis de las características de las máquinas en las que se pretende aplicar, con el fin de evitar, pérdida de eficacia del sistema, inconvenientes en el trabajo, riesgos innecesarios, etc., obteniendo por el contrario con una correcta aplicación un elevado nivel de seguridad

Elección de un dispositivo de retención mecánica

La elección viene condicionada fundamentalmente por una serie de especificaciones establecidas por la norma, no obstante, se indica que la correcta selección del dispositivo, equivale a una mayor eficacia en beneficio de un mayor grado de seguridad para el operador, en este sentido, se indica que en líneas generales se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- a) se considerará en todo momento la dirección del recorrido, bien en sentido vertical u horizontal.
- b) Superficie y limitaciones que presenta la zona de trabajo.
- c) Características de accionamiento de la máquina y del resguardo, con base en las necesidades de producción, de grandes, medias o pequeñas series.
- d) Características ergonómicas del puesto.

En cualquier caso la elección de un dispositivo de retención mecánica viene condicionado por una serie de características, tipo de máquina, sentido de movimiento, accionamiento, velocidad de trabajo, etc., que deben ser analizados en profundidad con el objeto de conseguir un nivel de seguridad válido, en función de las necesidades de producción.

Dado que los fallos en los componentes de los sistemas de una máquina son producto de un gran número de accidentes, es necesario tenerlos en cuenta en el diseño de los mismos, con el objeto de mejorar la seguridad, no descuidando este aspecto a favor de consideraciones de orden económico, comercial o técnico.

De forma general al diseñar un dispositivo de retención mecánica, prevalecerán las condiciones de seguridad sobre las de funcionamiento, exigiendo en todo momento una correcta instalación del mismo, acompañado del adecuado uso y mantenimiento, los cuales unidos bajo el mismo objetivo de la prevención de los accidentes de trabajo, darán la medida exacta de la eficacia de un dispositivo de retención mecánica.

Mando de marcha a impulsos

Dispositivo de mando cuyo accionamiento permite solamente un desplazamiento limitado de un elemento de una máquina, reduciendo así el riesgo lo más posible. No permite otro movimiento hasta que se suelte y sea accionado de nuevo.

Parada de emergencia

Función destinada a evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, a la máquina o al trabajo en curso, o a ser desencadenada por una sola acción humana cuando la función de parada normal no es adecuada para este fin.

Estructura de protección

Obstrucción material, al igual que el resguardo, o una parte de la máquina, que restringe el movimiento del cuerpo o de una parte de éste.

Falsa mesa

En la actualidad existe un elevado número de máquinas, las cuales mediante el giro sobre un eje de un elemento cortante, mecanizan por arranque de virutas superficies planas de piezas sujetas a una mesa dotada de movimiento.

El desarrollo de estos trabajos trae consigo la aparición de una serie de riesgos al operador, los cuales hay que tratar en la medida oportuna. En este sentido y entre otros, se utilizará la falsa mesa como un elemento de protección.

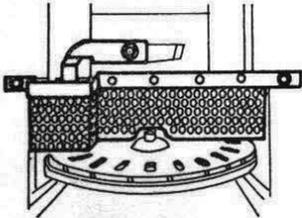
Cuando existe un tablero de avance mecánico en traslación o rotación, que efectúe la alimentación de materiales a la máquina, se hace particularmente difícil el acceso a las zonas peligrosas y de todos es conocido, que son múltiples las máquinas que trabajan con útiles de rotación, bien sea en sentido vertical u horizontal.

En ocasiones tanto la colocación como la retirada de las piezas a mecanizar, se efectúa en forma manual próxima a la zona de trabajo; en estos casos, el resguardo dispuesto delante del punto de operación, tiene que dejar necesariamente una abertura para que a través de ella pase el material, presentando un importante punto de riesgo para las manos del operador.

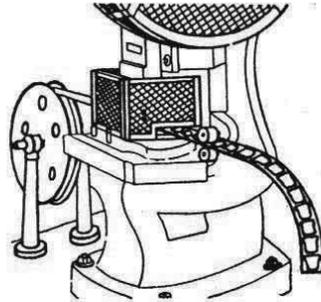
La alimentación y extracción de piezas, se puede realizar en forma directa y manual próxima al punto de trabajo, o bien de forma indirecta a través de platos giratorios, etc., consiguiendo con ello el alejamiento de las manos de la zona de riesgo. En otro orden de cosas, existen también riesgos de proyección de partículas, golpes contra objetos, dermatosis (cuando se utilizan taladrinas y aceites de corte), etc., dedicando especial interés a los siguientes riesgos:

- a) Contacto con el útil, debido al acceso al punto de peligro por la abertura.
- b) El atrapamiento entre el material o el soporte de trabajo y el borde de la abertura, cuando el tablero alimentador está en avance.

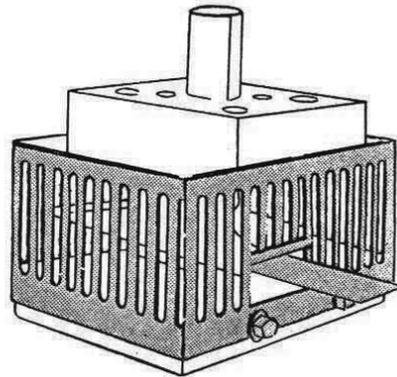
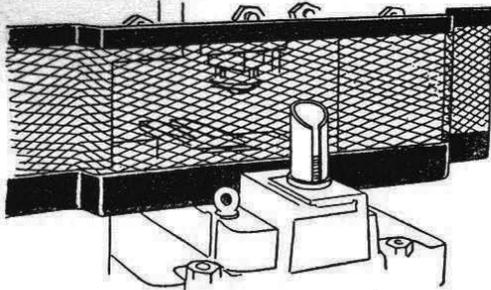
Estos riesgos pueden resolverse con el empleo de una falsa mesa, complementando a la misma con un resguardo para el útil, la cual deberá ser diseñada con base en el proceso, considerando en cada caso; tipo de trabajo, piezas a mecanizar, características de la máquina, etc.



Dado rotatorio. El material se alimenta manualmente por rotación del dado y es transportado automáticamente bajo el punzón.



Alimentación automática. El material se alimenta automáticamente al punzón y el operador sólo debe reponer el dispositivo alimentador del material.



El principio de protección que presenta la falsa mesa, tiene por objeto "cerrar los espacios existentes entre las distintas piezas a trabajar en un tablero de alimentación rotatorio o cuando se trata de una única pieza montada sobre un tablero de traslación, cerrando el espacio entre la pieza y el final de su recorrido a través de un resguardo; consiguiendo cerrar la abertura de éste durante el funcionamiento de la máquina».

Es de interés indicar que, cualquier tipo de riesgo deberá tratarse inicialmente en su origen, dando paso a otras consideraciones si no fuera viable este tratamiento; no obstante, tanto en el diseño como en la instalación y mantenimiento, deberán cumplir entre otras las siguientes condiciones:

- a) No encerrar o constituir riesgo por sí misma.
- b) La fijación de la falsa mesa, deberá ser racionalmente inviolable.
- c) La zona de útil en contacto con la pieza, estará en todo momento presentando las condiciones propias de inaccesibilidad previstas por el resguardo.
- d) Se facilitará la evacuación de viruta con base en sus características, así como de los fluidos de corte.
- e) La rigidez de la falsa mesa será la adecuada, por cuanto que es previsible un trato duro y escaso mantenimiento.
- f) Deberá ser retirada o reparada cuando no cumpla las funciones propias de protección por rotura o inadaptación.

De forma general al diseñar e instalar una falsa mesa, prevalecerán las condiciones de seguridad sobre las de funcionamiento, exigiendo en todo momento una correcta instalación de la misma, acompañado del adecuado uso y mantenimiento, los cuales unidos bajo el mismo objetivo de la prevención de los accidentes, darán la medida exacta de cualquier resguardo con base en su eficacia.

Dispositivos de alimentación y extracción

El fundamento de estos dispositivos, es evitar que el operario introduzca las manos en la zona peligrosa de la máquina durante las operaciones de alimentación y sobre todo, extracción de la pieza.

La selección final del medio de protección adecuado, debe guardar relación con las exigencias de alimentación y extracción de la pieza trabajada y a su vez, estas operaciones, están en relación con el troquel, molde, útil, herramienta, etc.

En la actualidad, los moldes exigen a veces su modificación para facilitar la coordinación de los diversos mecanismos o dispositivos utilizados; de hecho, los nuevos moldes se fabrican de forma que acogen esas funciones como parte integrante de los mismos.

MÉTODOS DE ALIMENTACIÓN:

Alimentación automática

La alimentación automática se realiza normalmente con material en bobinas. Esta alimentación se hace mediante un sistema de enganches o de rodillos. Los alimentadores están sincronizados con el movimiento cíclico de la máquina y efectúan un avance cada vez que la máquina lo requiera.

La alimentación automática es factible con la utilización de resguardos fijos o troqueles cerrados.

Alimentación semiautomática

En este tipo de alimentación, la pieza o el material a trabajar se coloca en el molde por un procedimiento mecánico que exige la atención del operario en cada carrera de la máquina. Este tipo de alimentación también es factible con troquel cerrado o con resguardo fijo.

Dentro de la alimentación semiautomática se pueden distinguir varios tipos:

- Por canal:
Es un canal horizontal o inclinado en el que se colocan a mano las piezas. Estas se deslizan o son empujadas una a una hasta el punto de operación. Si se prevee una expulsión automática, el operario no debe acceder al punto de operación, por lo que se utilizarán resguardos fijos o troqueles cerrados.
- Alimentación de émbolo:
Son una variante de la alimentación por empuje y pueden ser de funcionamiento semiautomático o manual: Para utilizarlos de forma semiautomática se utilizan depósitos tipo petaca y si se utilizan de forma manual las piezas se colocan en el nido del empujador y son desplazadas al punto de operación mediante el accionamiento manual del empujador. Para la colocación correcta de las piezas, a veces se utiliza un enclavamiento que no permite accionar la máquina hasta que la pieza está correctamente colocada.

- Matrices deslizantes:
Son aquellas que se pueden desplazar fuera del punto de operación para su alimentación. Posteriormente se introduce y comienza el proceso. El deslizamiento de la matriz puede ser manual o automático.
- Matriz revólver :
Funciona según el mismo principio que la matriz deslizante. En este caso el movimiento es circular y las estampas pueden ser múltiples.

Métodos de expulsión

Los mecanismos expulsores debidamente diseñados e instalados, eliminarán el riesgo que supone el acceder a la zona de peligro para la evacuación de la pieza terminada (es el momento de mayor riesgo en las máquinas de accionamiento por revolución completa). Además, intensifican el ciclo de producción, puesto que despejan el punto de operación más rápidamente que las personas y con mayor seguridad.

En el diseño de un sistema de expulsión, es necesario tener en cuenta dos cosas: la forma en que se ha de separar la pieza del molde y la forma de expulsarla a un recipiente o transportador. Hay diversas formas de efectuar este proceso. En algunos casos, un solo sistema mecánico efectúa ambas operaciones, en otros, se utiliza un método independiente para cada fase.

Los métodos más comunes que se utilizan aisladamente o en combinación para separar las piezas de los moldes son los siguientes:

- Placas separadoras.
- Pasadores o zapatas de presión por resorte.
- Ganchos mecánicos de elevación.
- Chorros de aire comprimido.

Para la retirada de las piezas pequeñas pueden utilizarse chorros de aire sencillos o múltiples, combinados en algunos casos con otros medios de separación mecánicos o por gravedad.

Con el fin de conseguir una reducción tanto del consumo de aire como del ruido emitido en el soplado, hay que tener en cuenta los siguientes principios:

- a) Situar la boquilla lo más cerca posible de la pieza que se quiere evacuar.
- b) Limitar el tiempo de soplado al mínimo necesario.

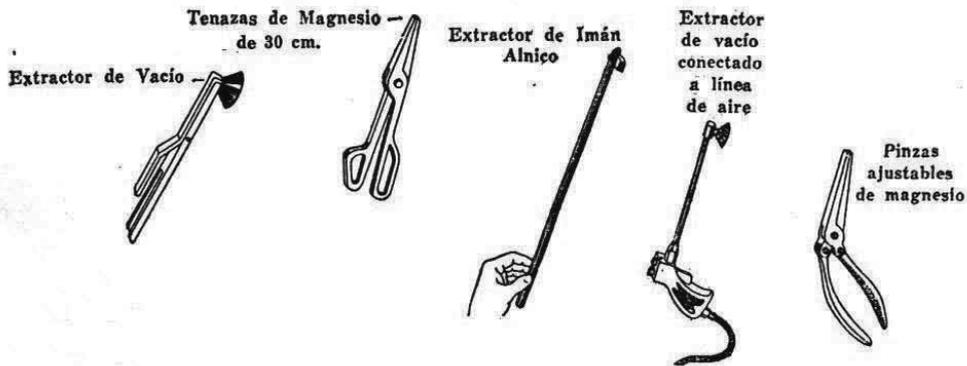
- c) Reducir la presión de descarga al mínimo necesario.
- d) Utilizar boquillas con varios orificios.

Para la retirada de grandes piezas se utilizan dispositivos barredores, sincronizados con el movimiento de apertura de los moldes.

Dispositivos auxiliares

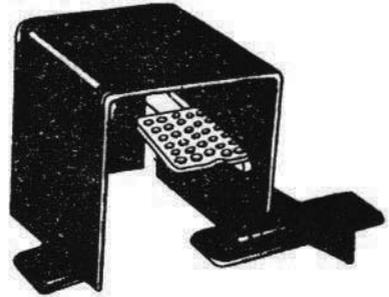
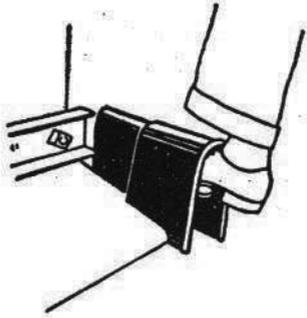
En ocasiones, se dispone de diversas herramientas especiales para la alimentación y extracción de piezas. Estas herramientas están fabricadas de metal blando y algunas están magnetizadas. Normalmente son empujadores, recogedores, tenazas, pinzas y horquillas.

Estas herramientas nunca deben sustituir a un sistema de protección adecuado, sino más bien, se deben utilizar como suplemento a otros medios de protección.



Como caso particular, se debe de prohibir el uso de éstos útiles en las máquinas accionadas a pedal.

Las prensas, cizallas y demás maquinaria que se accionada por medio de pedales deben poseer protección en ellos para evitar su accionamiento accidental.



Operación secuencial

Es un modo de operación en máquinas que, mediante el empleo de determinados medios eléctricos, mecánicos, hidráulicos o neumáticos, pone en marcha, secuencial y automáticamente, determinados dispositivos después del cierre del o de los resguardos.

Seguridad positiva

Una seguridad positiva se obtiene cuando cualquier fallo o interrupción del suministro de fuerza a un resguardo causa la parada inmediata, o si es necesario la parada e inversión del movimiento de las partes peligrosas antes de que pueda ocurrir un daño, o bien se mantiene al resguardo en su posición de seguridad para impedir el acceso al punto o zona de peligro.

Tensión de seguridad

Es una tensión eléctrica inferior a los siguientes valores:

- En corriente continua: 50 voltios.
- En corriente alterna: 50 voltios con relación a tierra o masa para el paso de circuitos monofásicos para ambientes secos y no conductores, o bien 24 voltios en ambientes mojados, húmedos o muy conductores.

Generalidades

En aquellas máquinas que por su versatilidad lo requieren, deberá preverse el acoplamiento de los distintos tipos de protección.

Cuando se utilice un resguardo de enclavamiento, éste deberá estar enclavado con el movimiento de los elementos móviles peligrosos.

El engrase y las operaciones de mantenimiento, requerirán el aislamiento total de la máquina del suministro de energía o bien, en la medida de lo posible, estas operaciones se efectuarán fuera de las zonas de peligro.

Los puestos de trabajo deben estar dotados de una iluminación complementaria, alimentada preferentemente a tensión de seguridad.

Los mecanismos o elementos de mando que formen parte de un dispositivo de protección, deben ser, de seguridad positiva (fail safe).

Características constructivas de los medios de protección

Entre las características exigibles a los resguardos y dispositivos de protección se pueden señalar:

- Deben ser de construcción sólida y resistente.
- No deben ocasionar peligros suplementarios, no tendrán aristas cortantes o partes salientes, no presentarán el riesgo de atrapamiento.
- No deben ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio.
- Deben estar situados a una distancia adecuada de la zona peligrosa.
- Deben restringir lo menos posible la observación del ciclo de trabajo.
- Deben permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o sustitución de las herramientas así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso exclusivamente al área en la que debe realizarse el trabajo y, si es posible, sin desmontar el resguardo o el dispositivo de protección.
- No deben obstaculizar la operación de la máquina, produciendo alteraciones en la calidad y la producción.
- Cubrirán de la mejor manera posible, el punto de peligro y excluirán la posibilidad de acceso de cualquier parte del cuerpo a la zona de peligro a través del resguardo durante la ejecución del trabajo.
- Permitirán que el operario mantenga la visibilidad y el control de la zona de operación; es por esto que algunas veces deben construirse de material transparente, malla metálica, etc., pero de resistencia comprobada.

Los resguardos deben evitar el acceso al espacio encerrado por el resguardo y/o retener los materiales, piezas trabajadas, líquidos, polvo, humos, gases, ruido, etc., que la máquina pueda proyectar o emitir.

Los dispositivos de protección deben ser accionados y estar conectados al sistema de mando, de forma que no puedan ser fácilmente neutralizados.

Las estructuras de protección han de situarse a una distancia mínima con relación a la zona peligrosa denominada "distancia de seguridad».

La distancia de seguridad se elegirá en función de la amplitud del gesto de la persona, *hacia arriba, por encima de, alrededor de*, etc. y de las dimensiones de las distintas partes del cuerpo que puedan pasar por las posibles aberturas de las estructuras de protección, así como del resultado de la evaluación del riesgo.

Hacia arriba: depende de la altura de la persona, del largo del brazo y de los dedos y del aumento de altura si se pone de puntillas. Este valor máximo del alcance hacia arriba es de 2.7 metros.

Por encima de: depende de la altura del obstáculo por encima del cual se quiere acceder y de la situación del punto de peligro.

Alrededor de: depende de la profundidad del equipo a rodear, de las articulaciones que se vean afectadas y de la posición del cuerpo.

Hacia el interior: el alcance depende de la altura del depósito, de la distancia entre borde y abertura y de las articulaciones que entren en juego.

A través de: depende de la luz de las aberturas y la parte del cuerpo que intente acceder.

Ha sido una práctica común en el diseño de resguardos para el punto de operación, el trabajar sobre la base de que cualquier abertura que no sea mayor de un centímetro (1 cm) de ancho o alto (la longitud es indeterminada), es relativamente segura, ya que no permitirá la entrada de ninguna parte considerable de la mano dentro del resguardo.

En muchos casos una abertura de un centímetro no permite pasar el material en proceso, es necesario aumentar la abertura para permitir su ingreso, dejando espacio adicional el cual permite al operario introducir suficientemente la mano dentro del resguardo.

Bajo tales condiciones ya no es posible evitar la introducción de alguna parte de la mano dentro del resguardo. El problema está en detener el movimiento de la mano dentro del resguardo a una distancia segura de la zona de peligro.

Si las dimensiones de la abertura y su localización (distancia del riesgo) son propiamente seleccionadas, se puede establecer una conveniente seguridad para el operador.

$$\begin{array}{l} \text{ABERTURA} \\ \text{MÁXIMA} \\ \text{SEGURA} \end{array} = 6.5 \text{ mm} + \frac{\text{distancia del resguardo a la zona peligrosa}}{8}$$

Esta fórmula no se pretende usar donde la distancia del resguardo a la zona de peligro exceda de 30 cms.

Basándose en las formas más usuales de riesgos en el punto de operación, se construyen modelos de prueba semejantes a los tipos de resguardos comúnmente usados. Probando en estos dispositivos diferentes tamaños de abertura con distintas manos, se obtiene información relativa a las aberturas y localización de los resguardos como guía para los diseñadores.

En la literatura mundial no existen criterios unificados para elegir las distancias y aberturas de seguridad siendo para el medio aplicables las de la norma técnica española NTP 552 cuyo resumen se presenta a continuación:

"Dimensionamiento de los resguardos

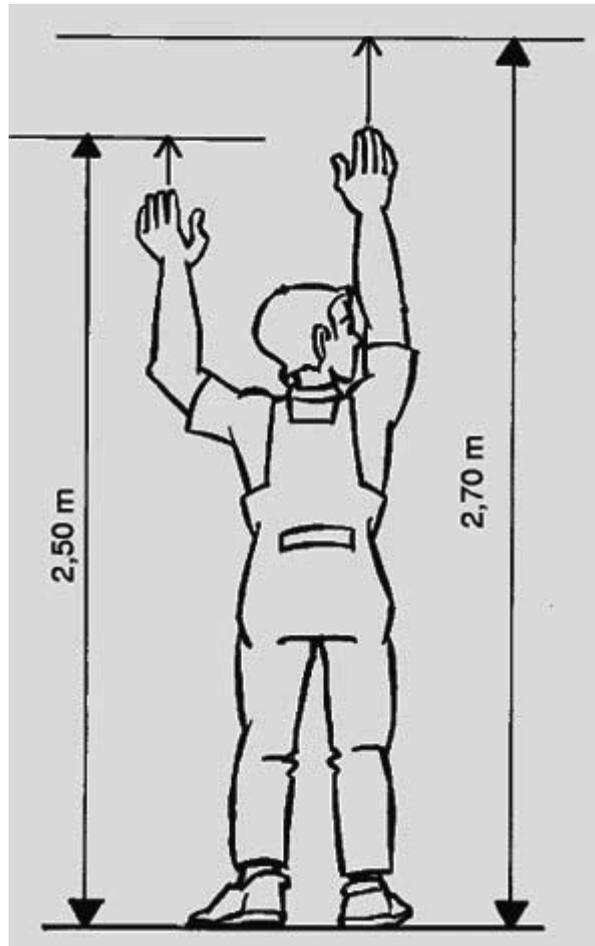
Para garantizar la inaccesibilidad a las partes peligrosas de la máquina, los resguardos deben dimensionarse correctamente, es decir, deben asegurar que no se puede acceder al órgano agresivo por encima, por debajo, alrededor, por detrás o a través del mismo cuando permanece correctamente ubicado.

El dimensionamiento de los resguardos exige valorar conjunta e integradamente su abertura o posicionamiento y la distancia a la zona de peligro.

Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance hacia arriba o por encima de una estructura de protección

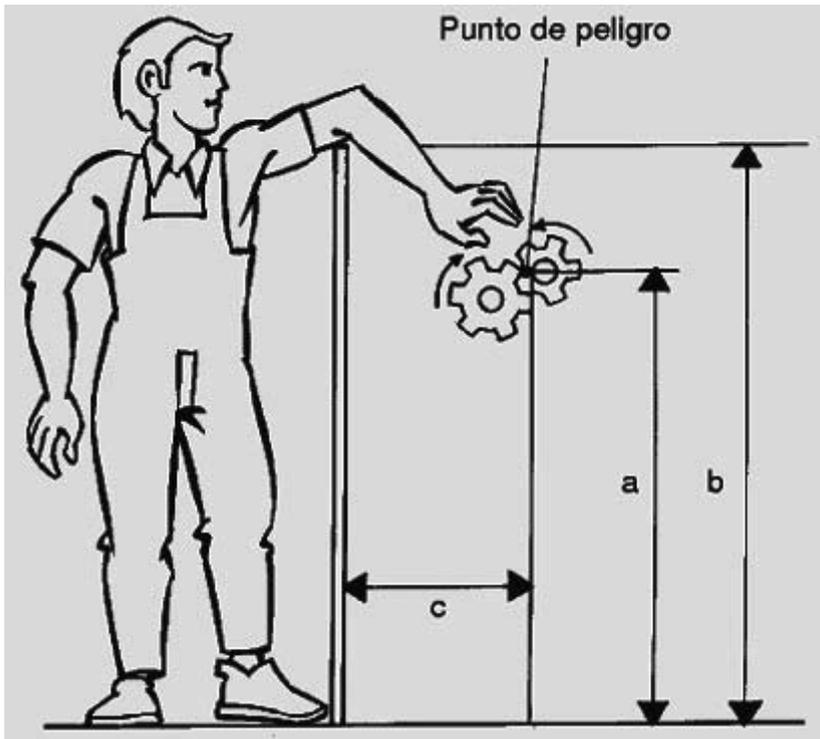
Se deben determinar las distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.

Las normas establecen que, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo (las posibles lesiones son de carácter leve, en general lesiones reversibles), se considera protegida por ubicación (distanciamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,50 m; mientras que si el riesgo en la zona peligrosa es alto (en general lesiones o daños irreversibles), se considera protegida por ubicación (alejamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,70 m



Para dimensionar la protección cuando el elemento peligroso está a una determinada altura, (inferior a 2,50 - 2,70 m,) con respecto al plano de referencia del trabajador (nivel en el que la persona se sitúa normalmente), se valoran conjuntamente tres parámetros que influyen en el alcance por encima de una estructura de protección:

- distancia de un punto de peligro al suelo.
- altura del borde del resguardo.
- distancia horizontal desde el punto de peligro al resguardo.

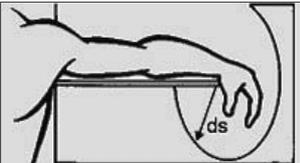
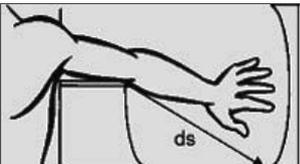
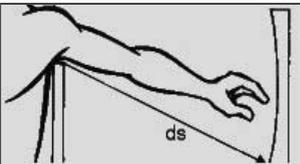


En la Tabla siguiente se representa, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo, los valores mínimos que deben tener esos parámetros a fin de garantizar la inaccesibilidad al elemento peligroso, fijando como criterio de aplicación que no se deben hacer interpolaciones a partir de los valores de la tabla. Así pues, cuando los valores de a, b o c estén situados entre dos valores de la tabla, se elegirá el valor que entrañe el mayor nivel de seguridad

DISTANCIAS DE UN PUNTO DE PELIGRO DESDE EL SUELO a mm	ALTURA DEL BORDE DE LA BARRERA b mm							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
	DISTANCIA HORIZONTAL DESDE EL PUNTO DE PELIGRO c mm							
2400	100	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100
0	-	-	-	-	-	-	200	1100

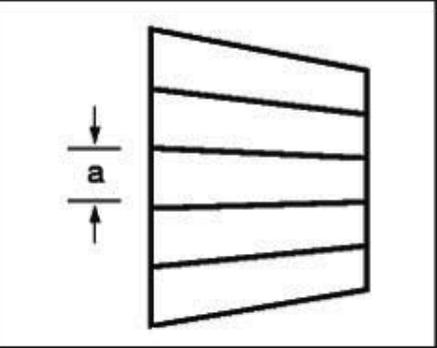
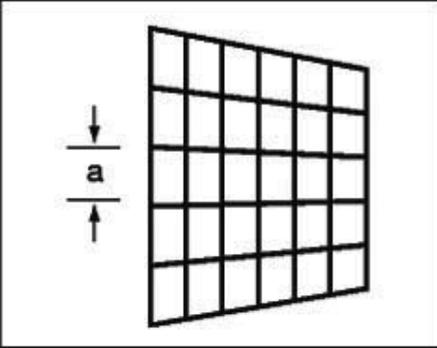
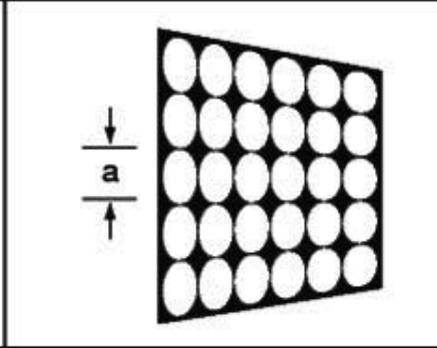
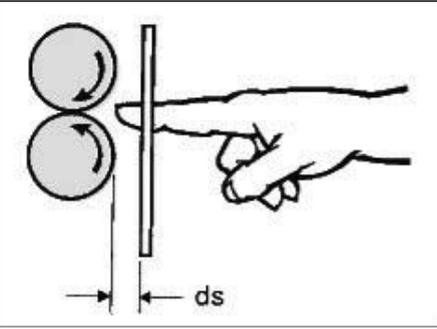
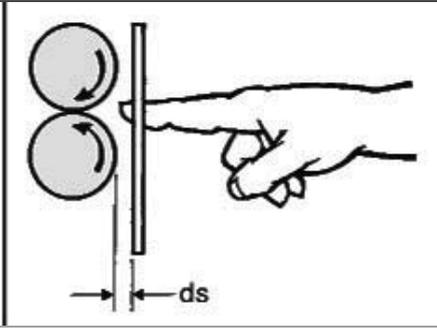
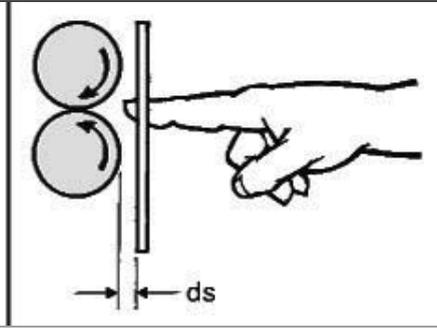
Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance alrededor de un obstáculo

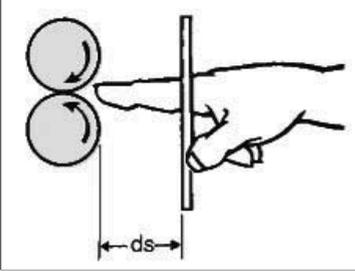
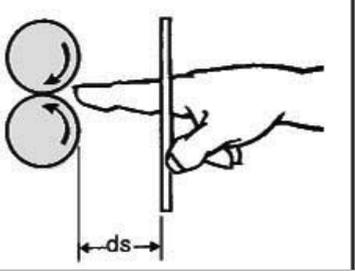
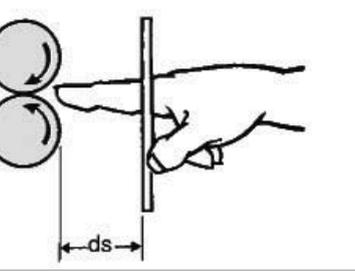
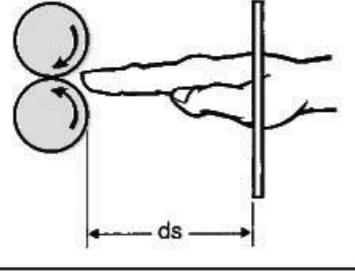
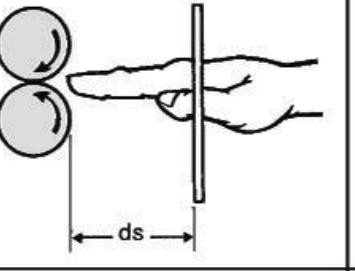
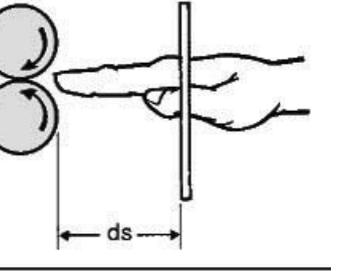
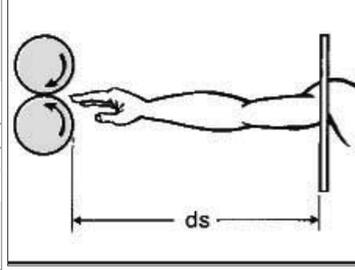
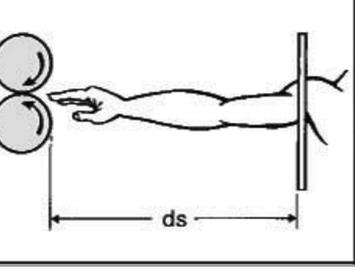
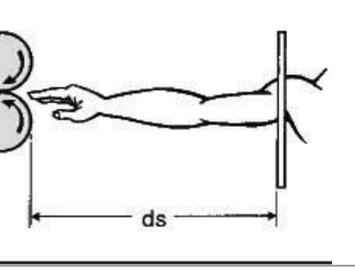
En la siguiente figura se permite determinar las distancias de seguridad (ds) que se deben aplicar para impedir que personas a partir de 14 años alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores a través de una abertura de hasta 120 mm y los efectos que sobre la limitación de movimientos producen medidas supletorias en el diseño de los resguardos cuando en los mismos se deban practicar aberturas.

Parte del brazo	Distancia de seguridad (mm)	
Mano desde la raíz de los dedos a la punta	> 130	
Mano desde la muñeca hasta la punta de los dedos	> 230	
Brazo desde el codo hasta la punta de los dedos	> 550	
Brazo desde la axila a la punta de los dedos	> 850	

Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance a través de aberturas en la protección

A continuación se permite determinar las distancias de seguridad (ds) que se deben aplicar para impedir que personas a partir de 14 años alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores a través de aberturas regulares; correspondiendo las medidas de las aberturas (a) al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular o a la menor medida de una abertura en forma de ranura.

		RENDIJAS		
		Paralelas	Cuadradas	Circulares
Tamaño de la abertura (mm)				
		DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)		
PUNTA DEL DEDO (1ª falange) $4 < a \leq 6$				
		≥ 10	≥ 5	≥ 5

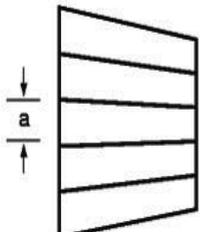
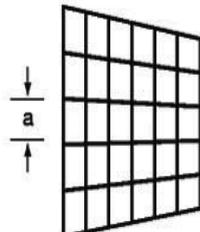
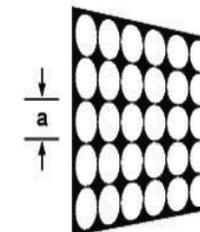
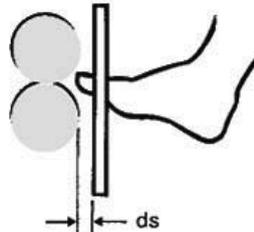
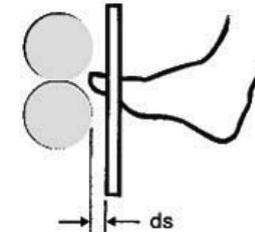
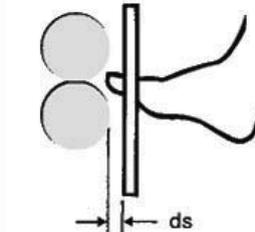
DEDO HASTA LA RAIZ $12 < a \leq 20$	 ≥ 120	 ≥ 120	 ≥ 120
MANO HASTA EL ULPEJO $20 < a \leq 30$	 $\geq 850^*$	 ≥ 120	 ≥ 120
BRAZO HASTA A AXILA $40 < a \leq 120$	 ≥ 850	 ≥ 850	 ≥ 850

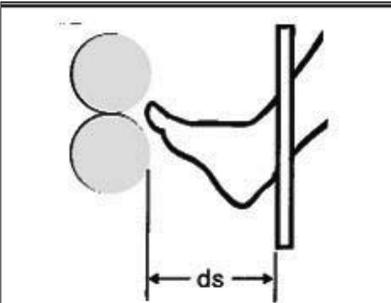
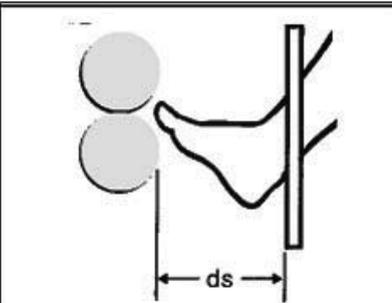
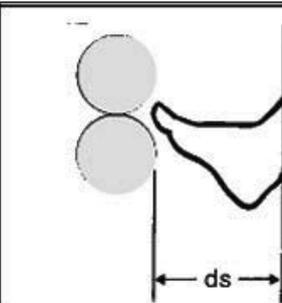
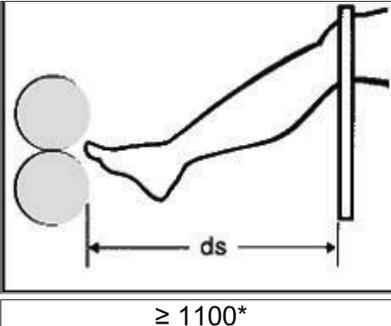
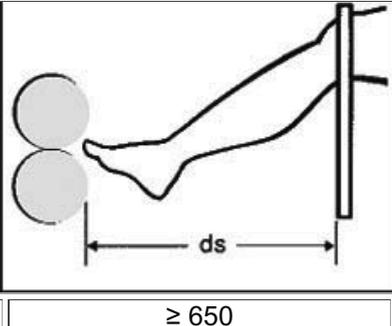
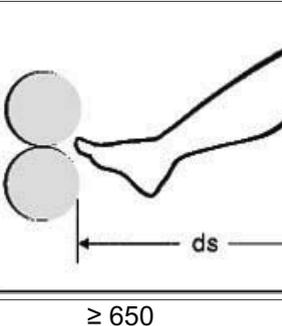
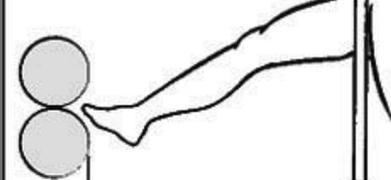
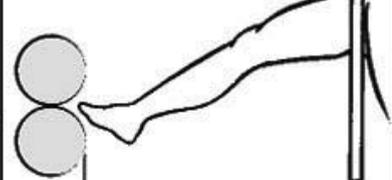
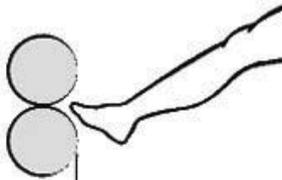
*Si la anchura de la ranura es < 65 mm, la ds puede reducirse a 200 mm ya que el pulgar actúa como tope

En el caso de aberturas irregulares, se deben determinar el diámetro de la abertura circular más pequeña y el lado de la abertura cuadrada más pequeña y la anchura de la ranura más estrecha en las que la abertura irregular pueda ser inscrita completamente y determinar en la figura las tres distancias de seguridad correspondientes. La distancia de seguridad es la más pequeña de la tres dimensiones.

Análogamente en la figura de abajo se determinan las distancias de seguridad (d_s) que se deben aplicar para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores a través de aberturas regulares; correspondiendo las medidas de las aberturas (a) al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular o a la menor medida de una abertura en forma de ranura.

En el caso de aberturas irregulares se opera de modo análogo al indicado para miembros superiores.

		RENDIJAS		
		Paralelas	Cuadradas	Circulares
Tamaño de la abertura (mm)				
		DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)		
DEDO $15 < a \leq 35$				
		≥ 80	≥ 25	≥ 25

PIE 35 < a ≤ 60			
	≥ 180	≥ 80	≥ 80
PIERNA HASTA RODILLA 80 < a ≤ 95			
	≥ 1100*	≥ 650	≥ 650
TODALA PIERNA 180 < a ≤ 240			

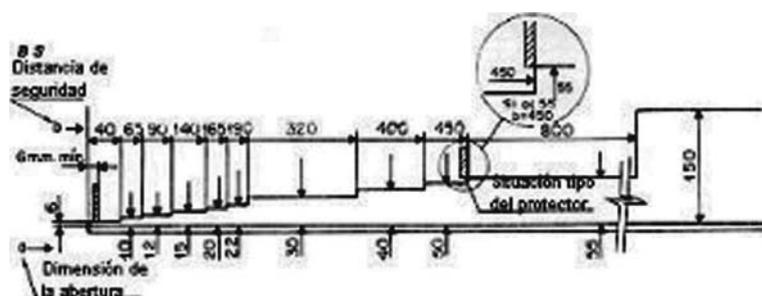
*El valor correspondiente a pierna hasta la entrepierna

Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance por debajo de las estructuras de protección

Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores con la persona de pie

LIMITACIÓN DEL ACCESO POR DEBAJO DE LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN			
<p>o de apoyo del operario.</p> <p>articulación de la cadera</p> <p>c) Resguardo</p> <p>o el borde inferior del resguardo y el suelo</p>			
<p>el borde inferior del resguardo y el suelo</p>	DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (m)		
	CASO 1	CASO 2	CASO 3
h ≤ 200	> 340	> 665	> 290
200 < h ≤ 400	> 550	> 765	> 615
400 < h ≤ 600	> 850	> 950	> 800
600 < h ≤ 800	> 950	> 950	> 900
800 < h ≤ 1.000	> 1.125	> 1.195	> 1.015

	PUNTA DE DO	DEDO	MANO HASTA EL PULPEJO	BRAZO	—		
DIN	ABERTURA O RENDIA DE BORDOS PARALELOS						
NF	DIMENSION DE LA ABERTURA (a) RECT. o RENDIA	$4 < a < 8$	$8 < a < 20$	$20 < a < 30$	$30 < a < 135$	$a > 135^A$	
DIN	DISTANCIA DE SEGURIDAD (b)	$b > 15$	$b > 120$	$b > 200$	$b > 850$	—	
NF	DISTANCIA DE SEGURIDAD (b)	$b > 20$	$b > 125$	$b > 200$	$b > 900$	—	
NF	ABERTURA REDONDA O CUADRADA						
NF	Ø CIRCULO O LADO DEL CUADRADO (a)	$4 < a < 8$	$8 < a < 11,3$	$11,3 < a < 40$	$40 < a < 50$	$50 < a < 135$	—
NF	LADO DEL CUADRADO (a)	$2,8 < a < 5,6$	$5,6 < a < 8$	$8 < a < 28$	$28 < a < 35,5$	$35,5 < a < 95,5$	—
NF	DISTANCIA DE SEGURIDAD (b)	$b > 5$	$b > 20$	$b > 120$	$b > 200$	$b > 850$	—
DIN	Ø CIRCULO O LADO DEL CUADRADO	$4 < a < 8$	$8 < a < 25$	$25 < a < 40$	$40 < a < 250$	$a > 250^A$	
DIN	DISTANCIA DE SEGURIDAD (b)	$b > 15$	$b > 120$	$b > 200$	$b > 850$	—	



^A Una abertura mayor permite el paso del cuerpo, por tanto no se puede considerar como resguardo. Deben adoptarse entonces las medidas recogidas en el apartado 5

Entre partes móviles

DIN

Parte del cuerpo	Cuerpo	Rodillo
Distancia de Seguridad	500	180
		

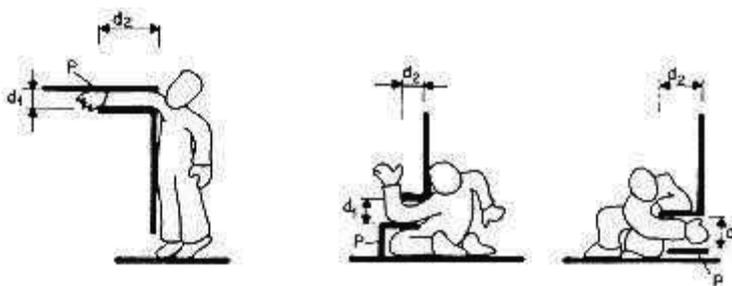
Altura que debe tener un resguardo

No deben interpolarse los valores de las tablas; debe tomarse el más seguro.

Un punto peligroso está a una altura $a = 1600$. Se dispone de un espacio para colocar el resguardo no mayor de $c = 950$ mm. El resguardo deberá tener una altura (NF) b 1600 (un resguardo de $b = 1400$ requeriría una distancia $c = 1100$).

Hasta dónde debe prolongarse un resguardo

El gesto alrededor de un resguardo puede limitarse prolongando los bordes del obstáculo.



El diseño debe cuidarse mucho si se quiere evitar que la protección sea burlada.

Mientras que una pequeña prolongación limitaría el gesto del brazo entero.

Todo ello a condición de que no sea posible introducir el brazo oblicuamente.

El suplemento "p» resulta por tanto inevitable.

En el borde superior es de esperar, sin embargo, que un obstáculo bloquee por sí solo a nivel de:

- hombro $b = 1.800 \text{ mm}$
- codo $b = 2.200 \text{ mm}$
- muñeca $b = 2.400 \text{ mm}$
- dedos $b = 2.600 \text{ mm}$

En el borde inferior el suelo puede hacer las veces de suplemento "p».

En cualquier caso se obtendrá mayor garantía encerrando por entero la zona peligrosa.

Tamaño de malla debe escogerse para un resguardo

Puesto que el brazo de las personas no tiene un grosor continuamente creciente solo unos ciertos tamaños de mallas son significativos:

Aberturas de rendija significativas para:

DIN y NF: 4, 8, 20, 30, 135 (mm)

BS: 6, 10, 12, 15, 20, 22, 30, 40, 50, 55, 105 (mm)

Cuando no se pueda hacer una rendija de una abertura determinada es mejor pasar a la abertura inmediatamente superior. Por ejemplo: para DIN y NF la distancia de seguridad para rendijas entre 8 y 20 mm es 120 mm. No puede reducirse la distancia de seguridad por hacer la rendija de 15 ó 18 mm.

Observaciones

Deben adoptarse las medidas complementarias oportunas para que el resguardo cumpla su función y en especial deberá cuidarse:

La **fijación del resguardo** que deberá ser racionalmente inviolable (en cualquier caso no debería fijarse con tornillos de muesca longitudinal).

La **visibilidad a través del resguardo** deberá ser la suficiente para hacer innecesarios boquetes o ventanas improvisadas.

La **rigidez del resguardo y sus aberturas** por cuanto es previsible un trato duro y poca atención de mantenimiento. Así mismo, para que no se desvirtúe el ancho de la abertura conviene hacer rígidos sus bordes.

Las **operaciones de control y mantenimiento a través del resguardo** prolongando los mandos, engrasadores, indicadores, etc., hasta el exterior del resguardo, colocando superficies transparentes frente a los indicadores o practicando aberturas que en cualquier caso impedirán el acceso a partes no previstas.

El caso de **retirada completa del resguardo** mediante la incorporación de dispositivos de interconexión por diodos o mediante el uso de colores de identificación característicos.

Las normas difieren entre sí. Ello es debido a diferencias entre el número de individuos usados para efectuar las mediciones, al método seguido para efectuar estas mismas medidas y el margen de seguridad adoptado por la misma norma.

A este respecto, la actitud de un fabricante de maquinaria o equipos debería ser distinta de la de un usuario.

El **fabricante** deberla diseñar y construir de acuerdo a la norma más exigente.

El **usuario** debería comprobar (en la medida de lo posible) que esa norma protege a todos los operarios. Téngase en cuenta que una norma deja siempre fuera de su cobertura un porcentaje de individuos (5% 0,5% según los casos).

Al efectuar esta comprobación debe tenerse en cuenta especialmente a los individuos altos y/o de extremidades finas y largas (correlación muy corriente). Así mismo, al hacer el intento de alcanzar a través, por encima o alrededor del obstáculo debe **forzarse** el gesto porque así ocurre en la realidad cuando alguien trata de alcanzar un punto.

Para el caso de atrapamiento entre partes móviles se tratará obviamente de los individuos especialmente voluminosos».

NIVELES DE RIESGO EN LAS MÁQUINAS

Las exigencias de seguridad y fiabilidad de ciertos sistemas de protección, tales como resguardos de enclavamiento, control, etc., son función de la probabilidad de que se produzca un accidente en la zona a proteger.

Niveles de riesgo – Definiciones

Se distinguen, normalmente, los siguientes niveles de riesgo:

- Normal.
- Alto.
- Muy alto.

Riesgo normal

Se dice que una máquina o una zona de la misma tiene un riesgo normal de accidente cuando el método de trabajo no implica el acceso al punto o zona de peligro, siendo necesario un fallo en el sistema de protección simultáneo con otro fallo o error del operario para que se produzca el accidente.

Riesgo alto

Cuando el método de trabajo implica el acceso permanente a la zona de peligro y un fallo en el sistema de protección conduce casi con toda certeza a un accidente, se dice que existe una situación de alto riesgo.

Riesgo muy alto

Existe un nivel de riesgo muy alto cuando, siguiendo el método de trabajo establecido, un fallo del operario producirá un accidente con casi absoluta certeza.

Exigencias a los sistemas de protección en función del nivel de riesgo

Actualmente Existen dos tendencias dirigidas a diseñar sistemas que garanticen dos condiciones fundamentales, la inviolabilidad y la fiabilidad.

Si se garantiza la seguridad por la posición del punto o zona de peligro la colocación de resguardos o dispositivos no deben ser fácilmente violables. En esta línea, las técnicas de fijación de resguardos mediante tornillos con cabeza embutida, señalización con colores especiales, cierres con llaves especiales, conexión de diodos, etc., obedecen a esta condición.

La función de un sistema de protección es la de eliminar o reducir un peligro antes de que se pueda acceder a la zona de peligro cumpliendo además con una fiabilidad proporcional al riesgo que se está controlando.

La condición de fiabilidad debe estar permanentemente vigilada frente a fallas en los equipos (falla mecánico, pérdida de tensión, falla en el suministro de energía, etc.), fallas en los circuitos de mando y fallas operatorias recurriendo a sistemas de seguridad positiva y a concepciones ergonómicas en donde un buen diseño de paneles de mando y control reducen los esfuerzos innecesarios que perjudican claramente la fiabilidad de respuesta del operario.

Según el nivel de riesgo existente se ha de exigir mayor grado de fiabilidad al sistema de protección de modo que se reduzca la probabilidad de accidente.

Así, las situaciones de riesgo muy alto son inadmisibles en cualquier caso, salvo si técnicamente es imposible realizar el trabajo en forma menos peligrosa. En las situaciones de alto riesgo se aplicará el criterio de seguridad positiva, tanto para el diseño del sistema de protección como para el de la máquina.

Cuando el nivel de riesgo es normal, los dispositivos y elementos a utilizar serán de gran fiabilidad, no siendo necesario de que sean de seguridad positiva.

Se dice que un sistema es de seguridad positiva cuando un fallo en él conduce a la parada inmediata de la máquina.

NIVELES DE RIESGO

NORMAL	Método de trabajo sin acceso a la zona de peligro.
	sistema
ALTO	Dos fallos simultáneos.
	operario
MUYALTO	Método de trabajo normalmente con acceso a la zona de peligro.
	Fallo en el sistema de protección.
MUYALTO	Una fallo del operario siguiendo el método de trabajo Establecido.

Principios de protección

La aplicación de los correspondientes medios de protección junto con la supervisión, coordinación, adiestramiento y constante atención del operario, son los condicionantes para una seguridad óptima en la utilización de las máquinas.

El principio fundamental de protección presentado bajo distintas formulaciones se remite siempre al concepto básico de que, a menos que la propia posición del punto o zona de peligro garantice su seguridad, las máquinas deben estar provistas de un medio de protección que elimine o reduzca el peligro, antes de que se pueda acceder al punto o zona de peligro.

Este principio fundamental puede desglosarse en los tres siguientes:

- a) El punto o zona de peligro, debe ser seguro por su propia posición o colocación de la máquina.
- b) La máquina debe estar provista de protección, que impida o dificulte el acceso al punto o zona de peligro.
- c) La máquina debe estar provista de un adecuado medio de protección, que elimine o reduzca el peligro antes de que pueda ser alcanzado el punto o zona de peligro.

En muchas máquinas, la aplicación de estos principios fundamentales en las zonas de trabajo es imposible.

Las normas de seguridad para estas máquinas (máquina herramienta, máquinas para madera, etc), suelen especificar medios de protección compatibles, tanto con su utilización como con el adiestramiento de los operarios en cuanto a métodos seguros de trabajo.

Para la aplicación de estos principios de protección, deberán tenerse en cuenta los siguientes puntos:

Selección de las medidas de seguridad

El diseñador de una máquina debe adoptar las siguientes medidas de seguridad:

- Especificar los límites de la máquina (utilización, espacio, tiempo de servicio, etc.).
- Identificar los peligros y evaluar los riesgos.
- Eliminar los peligros o reducir los riesgos tanto como sea posible.

- Concebir resguardos y/o dispositivos de protección contra los riesgos residuales.
- Informar y advertir al usuario sobre los riesgos residuales.
- Adoptar las precauciones suplementarias necesarias.

En lo que se refiere a la selección de los medios de protección adecuados a cada máquina, deberá realizarse previamente la evaluación de los riesgos correspondientes a dicha máquina, debiendo tener en cuenta si durante su funcionamiento se precisa o no acceder a la zona peligrosa.

- a) caso en el que no es necesario el acceso de un operador a la zona peligrosa durante el funcionamiento normal.

Se podrá elegir entre los siguientes medios de protección:

- Resguardo fijo.
- Resguardo con dispositivo de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo.
- Resguardo de cierre automático.
- Dispositivo sensible.

- b) Caso en el que es necesario el acceso de un operador a la zona peligrosa durante el funcionamiento normal.

Se podrá elegir entre los siguientes medios:

- Resguardo con dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo.
- Dispositivo sensible.
- Resguardo regulable.
- Resguardo de cierre automático.
- Mando a dos manos.
- Resguardo asociado al mando.

- c) Caso en el que es necesario el acceso a la zona peligrosa para operaciones de reglaje, aprendizaje (programación), corrección del proceso, localización de avería, limpieza o mantenimiento.

Siempre que sea posible, el diseño de la máquina debe contemplar que los medios de protección de los operadores garanticen también las del personal encargado de las operaciones citadas, debiendo dotar a la máquina de otros medios adecuados cuando no sea posible.

MANDOS

Los mandos de las máquinas pueden ser de concepción mecánica, eléctrica, hidráulica, neumática o, estar constituidos por una combinación de los elementos anteriormente descritos.

Las características principales de los mandos, son las siguientes:

- a) Los circuitos de mando deben estar concebidos de tal forma que impidan cualquier puesta en servicio de las máquinas "no ordenada», debido, por ejemplo, a la realimentación de energía motriz después del corte accidental de suministro.
- b) Los puestos de mando deben tener un acceso seguro y fácil y estar situados fuera de toda zona peligrosa y dispuesta de manera que el operador, ubicado desde ellos, pueda controlar al máximo las operaciones efectuadas en la máquina.
- c) Los puestos de mando deben contar con dispositivos de servicios fácilmente accesibles y que puedan ser accionados inmediatamente.
- d) Los dispositivos de servicio deben estar concebidos, contruidos y dispuestos de forma que eviten toda acción involuntaria o accidental.
- e) Asimismo, deben estar diferenciados a fin de asegurar una identificación permanente de su función.
- f) Los mandos deben ser neutralizados por dispositivos de separación de tal forma que, después del paro de la máquina, permitan separarlos de todas sus fuentes de alimentación de energía.
- g) Los puestos de mando deben disponer de un dispositivo que permita asegurar el paro normal de la máquina al final de su utilización. Se debe poder asegurar en una sola maniobra, la interrupción de todas las funciones de la máquina. Pueden ser de acción inmediata o diferida (paro a final de ciclo).
- h) Las máquinas sobre las que subsisten peligros de tipo mecánico en el curso de un trabajo normal, deben estar equipadas, salvo imposibilidad técnica, con dispositivo de "paro de emergencia».

En caso de peligro inminente, debe asegurar dichos dispositivos, mediante el corte selectivo de circuitos de alimentación de energía, el paro rápido y, eventualmente, el retorno a una posición de liberación del elemento o elementos mecánicos que constituyen una fuente de peligro.

- i) Los dispositivos de paro de urgencia deben estar concebidos y diseñados

- de forma que su acción no pueda constituir otra fuente de peligro.
- j) Los dispositivos de "paro de urgencia» deben ser fácilmente accesibles y situados al alcance de los operarios.
 - k) Su acción debe mantener paradas la máquina o partes de la misma.
 - l) La máquina o partes de la máquina, no deben volverse a poner en servicio, sino únicamente desde el puesto de mando general y sólo después de la neutralización del dispositivo que haya provocado el paro de la máquina o su retorno a una posición de liberación.
 - m) Las masas de todos los equipos eléctricos de una máquina y las partes metálicas de la estructura de la misma, deben estar interconectadas.
 - n) La puesta a masa accidental de uno o varios puntos del circuito de mando, no debe ni provocar una puesta en marcha intempestiva, ni impedir el paro de la máquina. Cada circuito de mando debe estar protegido por separado y en su origen, contra corto- circuitos.
 - o) La aparición sobre el circuito de mando de un defecto de aislamiento, susceptible de originar un peligro de orden mecánico o eléctrico, debe provocar el paro de la máquina o bien, cortar su alimentación de energía eléctrica.
- Si este corte automático, desde la aparición de un solo defecto implica en si mismo, cierto peligro para los trabajadores o, si por razones imperiosas de producción, lo hacen posible, deberán tomarse todas las medidas necesarias para detectar este defecto de aislamiento y eliminarlo a partir del fin de ciclo de trabajo.
- p) Los circuitos de los órganos de mando que no están fijados directamente sobre la estructura de la máquina, como son los mandos a distancia por pedal , deben estar concebidos y realizados de tal manera que una puesta en corto circuito, o el corte de los conductores no puedan originar la puesta en marcha, o la imposibilidad de detener la máquina.

TÉCNICAS DE FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Consisten en sistemas de comunicación (textos, palabras, signos, señales, símbolos o diagramas) utilizados separadamente o combinados para transmitir información al usuario, indicando las condiciones en las que es posible el empleo de la máquina sin peligro.

- indicadores que exigen determinados comportamientos para el transporte, almacenamiento, instalación y montaje, puesta en servicio, funcionamiento, etc.

- Precauciones que hay que tener en cuenta en el uso, instalación y mantenimiento.

Prácticas seguras

Los resguardos tienen una importancia fundamental en la eliminación de accidentes producidos por las máquinas, aunque no son suficientes por sí mismos.

Deben establecerse procedimientos positivos para evitar confusiones, debiéndose hacer respetar las siguientes prácticas de seguridad:

- Nadie deberá ajustar o retirar por ninguna razón resguardo, barrera o encerramiento, a no ser que tenga autorización y conocimiento para ello.
- Antes de retirar los resguardos o cualquier mecanismo de protección, la energía del equipo debe cortarse y el interruptor principal habrá de ser inmovilizado e identificado con una tarjeta.
- No Debe arrancarse ninguna máquina a no ser que los resguardos se encuentren en su lugar correspondiente y en buenas condiciones.
- La falta de resguardos o la presencia de defectuosos deben ser informados inmediatamente.
- Los trabajadores no deben utilizar corbatas, ropas sueltas, relojes, anillos, cadenas, pelo suelto, etc.

MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS POR EL USUARIO

Comprende las medidas de formación, establecimiento de procedimientos de trabajo seguros, mantenimiento, sistemas de permisos de trabajo y suministro de equipos de protección personal.

Protección personal

Los equipos de protección personal son el último peldaño en la escala de la prevención y deben seleccionarse cuidadosamente teniendo en cuenta las características especiales de cada usuario (talla, conformación corporal, presuntos defectos físicos, etc.); la calidad del material de fabricación (si son desechables o permanentes, etc.); que sean resistentes a los agentes químicos y físicos de los materiales con los cuales se trabaja, y finalmente, que no constituyan un riesgo de accidente al usarlos.

Precauciones suplementarias

Se incluyen en este grupo las precauciones para situaciones de emergencia

(dispositivos de parada de emergencia, precauciones para que personas atrapadas puedan ser liberadas o rescatadas), y los equipos, sistemas y disposiciones que contribuyan a la seguridad (disposiciones para la mantenibilidad, para facilitar y hacer segura la manutención de las máquinas, para la seguridad de acceso y estabilidad de la máquina, sistemas de diagnóstico de averías, etc.).

Seguridad en el proyecto

Los ingenieros proyectistas deben dirigir sus esfuerzos al diseño de máquinas que además de satisfacer los requisitos de funcionalidad, resulten económicamente viables y seguras en su concepción, instalación, uso y mantenimiento, teniendo en cuenta no sólo la seguridad de los operadores que trabajan en ella, sino la de aquellas otras personas que puedan estar expuestas al riesgo.

En la fase de proyecto deberá tenerse en cuenta la posible exposición de las personas a cualquier peligro durante las operaciones de inspección, lubricación, ajuste y mantenimiento de la máquina.

Las partes móviles accesibles de la máquina deberán ser proyectadas y construidas de manera que sus movimientos no presenten peligro. Si ello no fuese posible, deberá recurrirse al empleo de técnicas de protección que eviten el acceso a las zonas de peligro.

Los proyectistas de máquinas deben poseer conocimientos sobre:

- Métodos de integración de la seguridad en las máquinas en la fase de diseño.
- Medidas de seguridad aplicadas a las máquinas (prevención intrínseca y protección)
- Factores ergonómicos aplicables a las máquinas y métodos de integración de los principios ergonómicos.
- Factores que contribuyen al estado de seguridad positiva.

Así mismo deben de tener conocimientos sobre:

- Principios de seguridad en la utilización de máquinas.
- Utilización y mantenimiento de los medios de protección.
- Precauciones durante el trabajo de mantenimiento, además de sistemas seguros de trabajo, incluyendo permisos de trabajo con sistemas de bloqueo cuando sea necesario.

Consideraciones ergonómicas

Las máquinas deben ser concebidas de forma que no causen esfuerzos ni fatiga excesiva a los operadores en las condiciones previstas para su utilización por el fabricante.

Los órganos de servicio deben elegirse, concebirse, construirse o disponerse de tal forma que su utilización sea compatible con las características de la parte del cuerpo que deba accionarlos.

La disposición, el recorrido, la resistencia mecánica de los órganos de servicio, así como el esfuerzo resistente que ellos oponen cuando son accionados, deben ser compatibles con la maniobra a efectuar, teniendo en cuenta los datos biomecánicos y antropométricos.

La función de cada órgano de servicio debe ser claramente identificable, con el fin de evitar confusión.

La disposición de los órganos de servicio debe asegurar una maniobra segura, inequívoca y rápida. Deben estar concebidos o protegidos para evitar toda maniobra no intencionada que pueda ser riesgoso y dispuesta lejos de zonas de peligro.

Los medios de señalización dispuestos en las máquinas y aparatos, especialmente los relativos a seguridad, deben ser concebidos y dispuestos de forma que sean claramente reconocidos.

La iluminación debe garantizar la ausencia en las zonas de trabajo de sombras, deslumbramientos, efectos estroboscópicos, contrastes excesivos, etc.

El diseñador y el proyectista de las máquinas deberán integrar en el proceso de diseño y proyecto los principios ergonómicos relativos a:

- Dimensiones, posturas, movimientos del cuerpo y esfuerzos físicos y mentales exigibles al operador.
- Diseño de pantallas de información, señales, dispositivos de control y mandos.
- Influencia de las interacciones con el ambiente físico del trabajo (ruido, vibraciones, radiaciones, emisiones térmicas, etc).
- Interacciones en el proceso de trabajo.

DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

a) Distribución de máquinas y equipos.

Es necesario que exista un adecuado espacio alrededor de cada máquina o componente del equipo para:

- Facilitar el acceso para trabajar y supervisar.
- Facilitar el trabajo de mantenimiento, ajuste y limpieza.
- Facilitar los trabajos en curso.

Este espacio libre alrededor de cada máquina, superior a 800 mm no debe utilizarse para almacenamiento de materiales y debe mantenerse limpio de grasa y libre de obstáculos. Los espacios ocupados por cajas de herramientas, taquillas, etc., deben considerarse como ocupados por las máquinas.

Las partes móviles o los materiales que transportan no deben aproximarse a menos de 800 mm de cualquier estructura fija que no forme parte integrante de la máquina, para facilitar el paso a través del espacio entre los elementos fijos y móviles.

En la resolución 02400 de mayo 22 de 1979, artículo 12 se establece lo siguiente:

"Parágrafo 1. La distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad o incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso, de 0.80 metros.

Parágrafo 2. Cuando las máquinas, aparatos, equipos, posean órganos móviles, las distancias se contarán a partir del punto más saliente del recorrido de dichos órganos. Alrededor de los hogares, hornos, calderas o cualquier otro equipo que sea un foco radiante de energía térmica (calor), se dejará un espacio libre de 1.50 metros."

b) Mantenimiento

Durante los últimos años, la industria en general se ha desarrollado muy rápidamente, la automoción se ha ido introduciendo en todas las industrias con nuevos métodos y técnicas; así mismo los costos de producción han debido controlarse, para que los productos se mantengan con precios competitivos, en

el entorno de un mercado variable y creciente, razón por la cual se hace inevitable el control y la reducción de los costos.

Es evidente que entre los factores que intervienen en el logro de este objetivo, se encuentra el mantenimiento de instalaciones y maquinarias, aspecto al cual habrá de prestarse la oportuna atención desde el proyecto o diseño, para pasar en una segunda fase al mantenimiento en sus condiciones de utilización.

Con la presente guía se pretende analizar de forma general las diferentes clases de mantenimiento, para una vez conocidas, analizar las condiciones de riesgo derivados de las clases y actividades adoptadas en cada caso.

En líneas generales, el mantenimiento industrial se puede definir como «La técnica que asegura la correcta utilización y el continuo funcionamiento en perfectas condiciones, tanto de la maquinaria como de las instalaciones».

El mantenimiento deberá presentarse como objetivo "la consecución de las más altas cotas de productividad con el mínimo coste y riesgo». Para ello, será necesario establecer programas de trabajo que en su desarrollo absorban el mínimo tiempo de producción de las máquinas e instalaciones, o en su defecto en la mínima proporción posible. Es condición indispensable para la consecución de este objetivo, el considerar el mantenimiento como un elemento más dentro del proceso productivo.

CLASES DE MANTENIMIENTO

Partiendo del principio que toda nueva máquina o instalación deberá estar proyectada con base en las características ideales para el trabajo a desarrollar, corresponde a mantenimiento la continuidad de dichas características originales. No obstante, el desgaste, mal uso y suciedad, obliga a componer, arreglar o restaurar aquellos equipos que han perdido alguna de éstas, necesitando por lo tanto la actuación de trabajos de mantenimiento, dependiendo éste de las funciones a desarrollar con base en la alteración presentada. Se distinguen básicamente las siguientes clases de mantenimiento:

a) **Mantenimiento de mejoras**

Basado fundamentalmente en mejorar las características originales de la máquina, con el objeto de obtener una vida más prolongada de la misma.

b) Mantenimiento preventivo

Consiste en reparar antes de que se produzca la avería, de forma planeada y en horas determinadas.

c) Mantenimiento por rotura

Su actuación se basa en reparar averías súbitas producidas por deficiencias no detectadas en inspecciones preventivas, o bien por errores en su utilización.

Es evidente que cualquier clase de mantenimiento estará apoyado por un conjunto de actividades de carácter administrativo, supervisión, control de personal, registro de trabajos, planificación, etc., sin los cuales el desarrollo del programa carecerá de la eficacia solicitada a su gestión.

Campos de aplicación

El campo de acción de las actividades de un servicio de mantenimiento, presenta carácter universal, en el sentido que afecta a todo tipo de actividad industrial distinguiendo en su desarrollo:

a) Funciones Primarias:

Comprende la justificación propia del servicio, destacando entre estas:

- Mantenimiento de maquinaria e instalaciones.
- Modificaciones.
- Fuentes de energía.
- Nuevas instalaciones.

b) Funciones secundarias:

Comprende aspectos auxiliares, tales como limpieza, control de instalaciones de incendios, reparaciones estructurales, etc.

Es importante aclarar cuales son las funciones del servicio, no menos importante es dejar establecidas las responsabilidades y los límites de autoridad del mismo.

PLANIFICACIÓN

Este aspecto estará en función de las características de la industria, dependiendo éste de la continuidad o no del proceso productivo, situación de

los centros de trabajo centralizado o disperso, tamaño de la industria, características de la maquinaria e instalaciones, etc., razones suficientes que llevan a considerar que el servicio no tiene carácter general y sí específico para cada industria en cuestión.

No obstante se exponen los diferentes tipos de mantenimiento con base en Secuencia del Proceso, Grado de Mecanización y Período de Trabajo.

	Fab. LOTES	Rotura Preventivo.
SECUENCIA PROCESO	Fab. SERIE	Preventivo
	Sin mecanizar	Rotura.
GRADO MECANIZACIÓN	Mecanización	Preventivo Rotura
	Automatización	Preventivo
PERÍODO DE TRABAJO	Continuo	Preventivo Rotura
	Continuo	Preventivo

Una vez determinada la clase de mantenimiento a desarrollar, se procederá a la actuación práctica del mismo, insistiendo de nuevo en la necesidad de un correcto apoyo administrativo, que facilite, regule y controle las diferentes actuaciones.

ACTUACIÓN EN MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

Se ha definido el mantenimiento y las formas básicas de llevarlo a cabo. El objetivo es asegurar al máximo la continuidad del trabajo con el aditivo que las ausencias de riesgo vienen garantizando dentro de unos límites por el

mantenimiento preventivo, modalidad universalmente empleada y que es la ideal en el caso de maquinaria: No obstante, por muy eficaz que sea este tipo de mantenimiento, siempre habrá necesidad de acudir al mantenimiento por rotura, como medida necesaria en repetidas ocasiones.

En líneas generales, el correcto desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, exige entre otras las siguientes características:

- a) Base de datos.
- b) Establecimiento del programa de inspecciones.
- c) Equipo humano calificado.
- d) Valoración y eficacia del sistema.
- e) Valorar costos y su incidencia en el presupuesto general.

Actuación previa

Es evidente que antes de proceder a establecer un programa, hay que tener la garantía del fabricante de la máquina, en el sentido de que:

- a) Se han contemplado en el diseño determinados aspectos que faciliten las operaciones de verificación, reglaje, regulación, engrase, limpieza, etc., las cuales se podrán realizar en ausencia de riesgos desde lugares accesibles y sin necesidad de anular los sistemas de protección.
- b) Asimismo, la utilización de la maquinaria será definitiva una vez superados los ensayos previos de verificación, siguiendo en todo momento las especificaciones del fabricante.
- c) En otro orden de ideas, se le formará e informará al personal de mantenimiento, cuidando mucho la selección del mismo.

Trabajos de mantenimiento

Una vez creadas las bases de una correcta organización y programación estricta, disponiendo de los datos necesarios, se desglosan los diferentes trabajos a realizar:

- a) Trabajos en maquinaria.
- b) Trabajos en el taller de mantenimiento.

Los dos aspectos contemplados deberán atender las diferentes ramas del mantenimiento, basadas en las fuentes de energía utilizadas.

- Mecánica.
- Eléctrica.
- Neumática.
- Hidráulica.
- Otras.

En cualquier caso, deberá atenerse tanto a la continuidad en el proceso como a la ausencia de riesgo personal en las funciones productivas.

Es de interés hacer notar que un programa de mantenimiento, afectará a todo el personal de fábrica, y no solo a los de mantenimiento; bajo esta premisa, se desglosa en forma general los diferentes trabajos que son:

Inspecciones

Se establecerá el período de inspección, su contenido y personal que lo realizará, decidiendo si es necesario parar o mantener la maquinaria en funcionamiento con base en las características de la misma.

Limpieza

Al igual que el caso anterior, se efectuarán trabajos de limpieza contemplando la necesidad de parar o mantener la máquina en funcionamiento, siendo preferible PARAR la máquina si esto fuera necesario, este aspecto afectará al entorno de la misma. En ocasiones se utilizan las horas anteriores o posteriores al trabajo para llevarla a cabo.

Lubricación

Un programa de lubricación completo, fiable y efectivo, es esencial, alcanzando varios niveles con base en la complejidad, incluyendo en los mismos controles analíticos, así como unas condiciones de almacenamiento adecuadas de los fluidos. En ocasiones, las operaciones tanto de limpieza como de lubricación encierran diferentes riesgos al necesitar el acceso a determinadas zonas, modificando para ello la situación de los medios de protección que funcionan durante las operaciones normales del proceso. Es por lo tanto de interés, crear permisos de trabajo.

Reparaciones

Se trata del trabajo propio de mantenimiento que en ella se realizan, cambios de elementos o conjuntos, estudiados previamente y con necesidad de cambiar antes de que surja la avería, tras un período analizado y definido como "vida» del mismo.

Tanto en reparaciones de mantenimiento preventivo como por rotura, es necesario una serie de características cuyo desarrollo implica determinados riesgos con base en:

Funciones a desarrollar, lugar, personal, etc, de tal forma habrá que considerar trabajos en maquinaria (traslado de piezas, manipulación, mecanización, etc.), accesos a zonas de reparación y trabajos en equipo de carácter individual. El análisis de todos y cada uno de los riesgos, así como sus medidas preventivas se deben realizar con anterioridad.

CONTROL DE CALIDAD. PRUEBAS Y ENSAYOS

Al finalizar la reparación o cambio, es necesario realizar unas pruebas en vacío o con piezas, para comprobar la calidad de la reparación o bien del trabajo. De nuevo el riesgo en operaciones de producción esporádica es evidente, para lo cual se deberán tomar las medidas preventivas oportunas.

Las operaciones de reparación, limpieza o mantenimiento de las máquinas o equipos requieren que en ocasiones los medios de protección sean retirados de su sitio para facilitar las operaciones, por lo que deberán adoptarse todas las precauciones y garantizar que, una vez concluidas las operaciones de mantenimiento, queden dispuestos en el mismo lugar.

Un buen servicio de inspección y mantenimiento debe garantizar que los medios de protección se encuentren siempre en perfecto estado de funcionamiento, para lo cual su personal deberá haber recibido formación adecuada en cuanto a:

- Principios de seguridad en las máquinas.
- Seguridad frente a peligros eléctricos y mecánicos.
- Métodos seguros de trabajo, incluyendo permisos de trabajo y sistemas de bloqueo durante las operaciones de mantenimiento.

EDUCACIÓN

Las labores educativas en una empresa se constituyen prácticamente en la espina dorsal de cualquier Programa de Prevención en Salud Ocupacional, debido a que generalmente todos los trabajadores son reacios a las innovaciones y mucho más cuando alteran en algo los ritmos de trabajo a que se van acostumbrando con el transcurso de los años.

A esto último puede atribuirse el fracaso que en muchas empresas han tenido algunos programas de prevención de riesgos, ya que se exige a los trabajadores cambiar sus sistemas y ritmos de trabajo sin antes "venderles» la idea de los beneficios que para su integridad física representa el cumplimiento de las normas de seguridad.

También es sabido que "toda innovación trae sus inconvenientes» y en el caso de la colocación de sistemas de seguridad en los equipos, estos inconvenientes suelen ser bastantes y se traducen en la baja de ritmo de trabajo y, por consiguiente, una caída más o menos vertical en la producción; si el operario no está debidamente convencido de las bondades de la innovación tiende a creer que es una trampa que se le tendió por parte de la administración para perjudicarlo y, es por esto que generalmente procede a rechazar y desconectar los sistemas ante la mirada, a veces complaciente, de una supervisión para la cual es muchísimo más importante la producción que la seguridad.

La conclusión lógica, después de analizar lo anterior, conduce a establecer que cualquier programa de seguridad necesariamente debe estar basado en un intenso programa educativo a todos los niveles de personal de la empresa y debe ir acompañado de carteles y/o avisos estratégicamente distribuidos.

RIESGOS DE LAS MÁQUINAS

Los accidentes en el trabajo con máquinas pueden ser por contacto o atrapamiento en partes móviles y por golpes con elementos de la máquina o con objetos despedidos durante el funcionamiento de la misma.

De aquí que las lesiones sean, principalmente, por alguno de estos motivos: aplastamiento, cizallamiento, corte o seccionamiento, arrastre, impacto, puncionamiento, fricción o abrasión y proyección de materiales

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS, CON CRITERIOS DE VALORACIÓN

Conteste SI o NO a las siguientes preguntas

1. Los elementos móviles de las máquinas (de transmisión, que intervienen en el trabajo) están totalmente aislados por diseño, fabricación y/o ubicación (si su respuesta es negativa pase al punto 2).
2. Existen resguardos fijos que impiden el acceso a órganos móviles a los que se debe acceder ocasionalmente (si su respuesta es negativa pase al punto 3).
 - 2.1. Son de construcción robusta y están sólidamente sujetos.

- 2.2. Están situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- 2.3. Su fijación está garantizada por sistemas que requieren el empleo de una herramienta para que puedan ser retirados/abiertos.
- 2.4. Su implantación garantiza que no se ocasionen nuevos peligros.
- 2.5. Eliminan o minorizan el riesgo de proyecciones cuando éste existe.
3. Existen resguardos móviles asociados a un dispositivo de enclavamiento que impide la puesta en marcha de los elementos móviles mientras se pueda acceder a ellos y ordena la parada cuando dejan de estar en la posición de cerrados (si su respuesta es negativa pase al punto 4).
 - 3.1. Si es posible, cuando se abren permanecen unidos a la máquina.
 - 3.2. Eliminan o minorizan el riesgo de proyecciones, cuando éste existe.
4. Existen resguardos regulables para limitar el acceso a las partes móviles a los casos estrictamente necesarios para el trabajo (si su respuesta es negativa pase al punto 5).
 - 4.1. Preferentemente son autorregulables.
 - 4.2. Los de regulación manual, se pueden regular fácilmente y sin necesidad de herramientas.
 - 4.3. Eliminan o minimizan el riesgo de proyecciones cuando éste existe.
5. Existen dispositivos de protección que imposibilitan el funcionamiento de los elementos móviles mientras el operario puede entrar en contacto con ellos (si su respuesta es negativa pase al punto 6).
 - 5.1. Garantizan la inaccesibilidad a los elementos móviles a otras personas expuestas.
 - 5.2. Para regularlos se precisa una acción voluntaria.
 - 5.3. La ausencia o el fallo de uno de sus órganos impide la respuesta en marcha o provoca la parada de los elementos móviles.
6. En operaciones con riesgo de proyecciones de fragmentos o partículas no eliminados por los resguardos o apantallamientos existentes, se usan equipos de protección individual.
7. Los órganos de accionamiento son claramente visibles e identificables, son maniobrables inequívocamente, están colocados fuera de zonas peligrosas y su maniobra tan sólo es posible de manera intencionada.
8. El operador visualiza todas las zonas peligrosas desde el puesto de mando y si no es así, el sistema de mando garantiza que cualquier puesta en marcha va precedida de una señal acústica claramente identificable.
9. La interrupción o el restablecimiento, tras una interrupción de la alimentación de la energía, deja la máquina en situación segura.
10. Existen uno o varios dispositivos de parada de emergencia accesibles

- rápida­mente (quedan excluidas las máquinas en que dicho dispositivo no puede reducir el riesgo).
11. Existen dispositivos para la consignación de la máquina o de sus partes peligrosas que garantizan la ejecución segura de operaciones de reparación, mantenimiento o limpieza.
 12. El operario ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.
 13. Existe Manual de Instrucciones en el que se especifica cómo realizar de manera segura distintas operaciones en la máquina: preparación, funcionamiento, limpieza, mantenimiento, etc.
 14. Los riesgos persistentes en la máquina, tras adoptar las medidas de prevención protección pertinentes, están debidamente señalizados a través de pictogramas fácilmente perceptibles y comprensibles.
 15. Es posible utilizar la máquina o realizar las operaciones de mantenimiento, limpieza, etc., sin necesidad de ejercer movimientos o posturas forzadas.
 16. Se evita en lo posible la exposición a ruido, vibraciones, efectos térmicos, etc., cuando se utiliza la máquina.
 17. Se evita que el ritmo de trabajo del operario esté vinculado a una sucesión de ciclos automáticos.
 18. La máquina está dotada de iluminación localizada en las zonas de trabajo, puesta a punto, reglaje y mantenimiento, cuando por sus características y/o sus resguardos hacen insuficiente la iluminación ambiental normal.
 19. Se evitan en la iluminación parpadeos, deslumbramientos, sombras y efectos estroboscópicos, si pueden producir un peligro.
 20. La colocación de señales, cuadrantes y visualizadores están adaptadas a los parámetros y características de la percepción humana y la presentación de la información puede ser detectada, identificada e interpretada convenientemente.

Criterios de valoración

Si ha contestado negativamente a los puntos que a continuación indicamos, las condiciones de seguridad de su/s máquina/s son:

- Muy deficientes: 1 y 2 ó 1 y 3 ó 1 y 4 y 5,
En función del tipo de resguardo o dispositivo de seguridad requerido y no debidamente cubierto o reemplazado por otro.
- Deficientes: 1, 2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 3, 3.1, 3.2, 4, 4.1, 4.2, 4.3, 5, 5.1, 5.2, 5.3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.
- Mejorables: 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Principios de la prevención de riesgos mecánicos de máquinas y herramientas

Las medidas para reforzar la seguridad en máquinas pueden ser:

Medidas integradas en el diseño y construcción de la máquina (o prevención intrínseca)

Estas medidas buscan que la concepción de la máquina, su disposición y el montaje de sus elementos no constituyan un riesgo (dimensionamiento de las partes mecánicas, diseño de circuitos en los que el fallo no sea posible, eliminación de salientes y aristas cortantes, aislamiento de mecanismos de transmisión peligrosos, etc.)

Si de todos modos subsisten riesgos, estos se han de controlar incorporando a las máquinas dispositivos que mejoran la seguridad, es decir protecciones.

Las protecciones pueden ser:

- Resguardos: sirven de barrera para evitar el contacto del cuerpo con la parte peligrosa de la máquina.
- Detectores de presencia: detienen la máquina antes de que se produzca el contacto de la persona con el punto de peligro.
- Dispositivos de protección: obligan a tener las partes del cuerpo con posible riesgo fuera de la zona de peligro.

Otras medidas preventivas: Son aquellas medidas preventivas no integradas en las máquinas, pero que son imprescindibles para evitar accidentes y otros daños a la salud:

1. Elementos de protección adecuados a las necesidades de los trabajadores y trabajadoras: su elección y diseño debe hacerse, entonces, de modo participativo.
2. Optimizar el proceso de trabajo: observar si puede ser cambiado para eliminar los procesos o las máquinas más peligrosas (por ejemplo: alimentación automática).
3. Formación y entrenamiento: estudiar las necesidades, en especial de los nuevos trabajadores y aplicar planes continuos.
4. Mantenimiento adecuado: los elementos de seguridad de las máquinas más peligrosas deben ser revisados cada día anotando el resultado de la inspección.
5. Señalización correcta de los dispositivos de seguridad y fácil alcance de los de parada de emergencia.

6. Asegurarse que la protección alcanza no sólo al operador, sino a cualquier persona situada en el área de influencia.
7. Asegurarse que los controles están diseñados y colocados de manera que su accionamiento sólo es posible de manera intencionada.

En líneas generales las máquinas y herramientas deben reunir las siguientes condiciones de seguridad:

- Las máquinas y herramientas deben ser seguras y en caso de presentar algún riesgo para las personas que la utilizan, deben estar provistas de la protección adecuada.
- Los motores que originen riesgos deben estar aislados.
- Asimismo deben estar provistos de parada de emergencia que permita detener el motor desde un lugar seguro.
- Todos los elementos móviles que sean accesibles al trabajador por la estructura de las máquinas, deben estar protegidos o aislados adecuadamente.
- Las transmisiones (árboles, acoplamientos, poleas, correas, engranajes, mecanismos de fricción y otros) deben contar las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada transmisión, a efectos de evitar los posibles accidentes que éstas pudieran causar al trabajador.
- Las partes de las máquinas y herramientas en las que existan riesgos mecánicos y donde el trabajador no realice acciones operativas, deben contar con protecciones eficaces, tales como cubiertas, pantallas, barandas y otras.

Los requisitos mínimos que debe reunir una protección son:

- Eficacia en su diseño.
- De material resistente.
- Desplazamiento para el ajuste o reparación.
- Permitir el control y engrase de los elementos de las máquinas.
- Su montaje o desplazamiento sólo puede realizarse intencionalmente.
- No constituyan riesgos por sí mismos.
- Constituir parte integrante de las máquinas.
- Actuar libres de entorpecimiento.
- No interferir, innecesariamente, al proceso productivo normal.
- No limitar la visual del área operativa.
- Dejar libres de obstáculos dicha área.
- No exigir posiciones ni movimientos forzados.
- Proteger eficazmente de las proyecciones.

Las operaciones de mantenimiento deben realizarse con condiciones de seguridad adecuadas. Los pasos fundamentales a seguir son:

- Detener las máquinas a reparar.
- Señalar con la prohibición de su manejo por trabajadores no encargados de su reparación a las máquinas averiadas o cuyo funcionamiento sea riesgoso.
- Para evitar su puesta en marcha, bloquear el interruptor o llave eléctrica principal o al menos el arrancador directo de los motores eléctricos, mediante candados o dispositivos similares de bloqueo, cuya llave debe estar en poder del responsable de la reparación que pudiera estarse efectuando.
- En el caso que la máquina exija el servicio simultáneo de varios grupos de trabajo, los interruptores, llaves o arrancadores deben poseer un dispositivo especial que contemple su uso múltiple por los distintos grupos.

Normas básicas para el uso de utilización de máquinas de mecanizado

RECOMENDACIONES GENERALES

- Los interruptores y demás mandos de puesta en marcha de las máquinas, se deben asegurar para que no sean accionados involuntariamente; las arrancadas involuntarias han producido muchos accidentes.
- Los engranajes, correas de transmisión, poleas, cadenas, e incluso los ejes lisos que sobresalgan, deben ser protegidos por cubiertas.
- Todas las operaciones de comprobación, medición, ajuste, etc., deben realizarse con la máquina parada.
- Manejar la máquina sin distraerse.
- Peligros comunes:
 - Puntos de rozamiento
 - Puntos calientes
 - Superficies rotativas de máquinas
 - Maquinaria automática
 - Joya y ropas sueltas

PROTECCIÓN PERSONAL

- Los trabajadores deben utilizar anteojos de seguridad contra impactos, sobre todo cuando se mecanizan metales duros, frágiles o quebradizos,

debido al peligro que representa para los ojos las virutas y fragmentos de la máquina pudieran salir proyectados.

- Si a pesar de todo se le introdujera alguna vez un cuerpo extraño (sólido) en un ojo, no lo refriegue, puede provocarse una herida. Acuda inmediatamente al médico. En caso de ser líquido recurra al médico con la hoja de seguridad del producto.
- Las virutas producidas durante el mecanizado nunca deben retirarse con la mano, ya que se pueden producir cortes y pinchazos.
- Las virutas secas se deben retirar con un cepillo o brocha adecuados, estando la máquina parada. Para virutas húmedas o aceitosas es mejor emplear una escobilla de goma.
- Se debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada. Las mangas deben llevarse ceñidas a la muñeca.
- Se debe usar calzado de seguridad que proteja contra cortes y pinchazos, así como contra caídas de piezas pesadas.
- Es muy peligroso trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, bufandas, corbatas o cualquier prenda que cuelgue.
- Asimismo es peligroso llevar cabellos largos y sueltos, que deben recogerse bajo gorro o prenda similar. Lo mismo la barba larga.

ANTES DE TRABAJAR

Antes de poner en marcha la máquina para comenzar el trabajo de mecanizado, deben realizarse las siguientes comprobaciones:

- Que el dispositivo de sujeción de piezas, de que se trate, está fuertemente anclado a la mesa de la máquina.
- Que la pieza a trabajar está correcta y firmemente sujeta al dispositivo de sujeción.
- Que sobre la mesa de la fresadora no hay piezas o herramientas abandonadas que pudieran caer o ser alcanzados por la máquina.
- Que las carcasas de protección de las poleas, engranajes, cadenas y ejes, están en su sitio y bien fijadas.
- No remover barreras protectoras de máquinas.
- No operar maquinarias cuyas barreras de protección han sido removidas.
- Que los dispositivos de seguridad se encuentren en su sitio y correctamente instalados.

DURANTE EL MECANIZADO

- Durante el mecanizado, se deben mantener las manos alejadas de la herramienta que gira o se mueve. Si el trabajo se realiza en ciclo automático, las manos no deben apoyarse en la mesa de la máquina.
- Todas las operaciones de comprobación, ajuste, etc. deben realizarse con la máquina parada, especialmente las siguientes:
 - Alejarse o abandonar el puesto de trabajo
 - Sujetar la pieza a trabajar
 - Medir y calibrar
 - Comprobar el acabado
 - Limpiar y engrasar
 - Ajusta protecciones
 - Dirigir el chorro de líquido refrigerante, etc.
- Aun paradas, las máquinas de mecanizado son herramientas cortantes. Al soltar o amarrar piezas se deben tomar precauciones contra cortes que pueden producirse en manos y brazos.

ORDEN, LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

- La máquina debe mantenerse en perfecto estado de conservación, limpia y correctamente engrasada.
- Asimismo debe cuidarse el orden y conservación de las herramientas, útiles y accesorios; tener un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.
- La zona de trabajo y las inmediaciones de la máquina deben mantenerse limpias y libres de obstáculos y manchas de aceite. Los objetos caídos y desperdigados pueden provocar tropezones y resbalones peligrosos, por lo que deben ser recogidos antes de que esto suceda.
- Las virutas deben ser retiradas con regularidad, sin esperar al final de la jornada, utilizando un cepillo o brocha para las virutas secas y una escobilla de goma para las húmedas y aceitosas.
- Las herramientas deben guardarse en un armario o lugar adecuado. No debe dejarse ninguna herramienta u objeto suelto sobre la máquina. Tanto las piezas en bruto como las ya mecanizadas deben apilarse de forma segura y ordenada o bien utilizar contenedores adecuados si las piezas son de pequeño tamaño.
- Se deben dejar libres los caminos de acceso a la máquina.
- Eliminar los desperdicios, trapos sucios de aceite o grasa que puedan arder

con facilidad, acumulándolos en contenedores adecuados (metálicos y con tapa).

- Recuerde: los trapos sucios de aceite o grasa son residuos especiales no deben disponerse con la basura común. Lo mismo para los EPP en desuso (guantes, ropa, etc.).
- Las averías de tipo eléctrico solamente pueden ser investigadas y reparadas por un electricista profesional; a la menor anomalía de este tipo desconecte la máquina, ponga un cartel de máquina averiada y avise al electricista.
- Las conducciones eléctricas deben estar protegidas contra cortes y daños producidos por las virutas y/o herramientas. Vigile este punto e informe a su inmediato superior de cualquier anomalía que observe.
- Durante las reparaciones coloque en el interruptor principal un cartel de No Tocar. Peligro Hombre Trabajando. Si fuera posible, ponga un candado en el interruptor principal o quite los fusibles.

MÁQUINAS CON HERRAMIENTAS DE PIEDRA ABRASIVA

RECTIFICADORAS Y AMOLADORAS

- Los interruptores y demás mandos de puesta en marcha de las máquinas, se deben asegurar para que no sean accionados involuntariamente; las arrancadas involuntarias han producido muchos accidentes.
- La muela abrasiva debe ir provista de un protector metálico resistente.
- Se debe instalar un interruptor o dispositivo de parada de emergencia al alcance inmediato del operario.
- Toda defensa de la máquina se debe mantener en su lugar, y cuando se quiten, para efectuar reparaciones por ejemplo, se deben reemplazar nuevamente antes de poner en marcha la máquina.
- Conectar el equipo a tableros eléctricos que cuente con interruptor diferencial y la puesta a tierra correspondiente.
- Todas las operaciones de comprobación, medición, ajuste, etc, deben realizarse con la máquina parada.
- Deben disponer de una pantalla transparente e inastillable para prevenir proyecciones peligrosas.
- Las muelas deben almacenarse en lugares que no soporten temperaturas extremas y secas.
- Las muelas deben conservarse protegidas en estanterías que permitan ser seleccionadas sin dañarlas.
- Evitar que las muelas se caigan o choquen entre sí.

- Utilizar siempre muelas en buen estado.
- Chequear la herramienta antes de colocarla en la máquina. Golpear ligeramente con una pieza no metálica, debe producir un sonido claro. En el caso de un sonido mate o cascado puede significar la existencia de grietas; debe ser controlada más rigurosamente.
- Las muelas deben entrar libremente en el eje de la máquina. No deben entrar forzadas ni demasiado holgadas.
- El núcleo de la muela no debe sobresalir de las caras de la misma.
- Todas las superficies de las muelas, juntas y platos de sujeción que están en contacto, deben estar limpias y exentas de cualquier cuerpo extraño.
- El diámetro de los platos o bridas de sujeción deben ser al menos igual a la mitad del diámetro de la muela.
- Entre la muela y los platos de sujeción, deben interponerse juntas de un material elástico con espesor adecuado. El diámetro de la junta no debe ser inferior al diámetro del plato.
- Las muelas nuevas deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto.

Equipos de protección personal

- Los trabajadores deben utilizar anteojos de seguridad contra impactos.
- Manejar la máquina sin distraerse.
- Si a pesar de todo se le introdujera alguna vez un cuerpo extraño en un ojo, no lo refriegue, puede provocarse una herida. Acuda inmediatamente al médico.
- Se debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada. Las mangas deben llevarse ceñidas a la muñeca.
- Se debe usar calzado de seguridad que proteja contra cortes y pinchazos, así como contra caídas de piezas pesadas.
- Es muy peligroso trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, bufandas, corbatas o cualquier prenda que cuelgue.
- Asimismo es peligroso llevar cabellos largos y sueltos, que deben recogerse bajo gorro o prenda similar. Lo mismo la barba larga.
- Se debe usar guantes contra cortes y abrasión.

Antes de comenzar el trabajo

- Que las muelas estén bien ajustada y sujeta.
- Que no haya nada que estorbe a la muela en su movimiento.

- Que el protector de la muela está correctamente colocado.
- Que las mordazas, tornillos, bridas, platos, puntos o el dispositivo de sujeción de que se trate están fuertemente anclado.
- Que la pieza a trabajar está correcta y firmemente sujeta al dispositivo de sujeción.
- Que las carcasas de protección o resguardos de los engranajes y órganos en movimiento está correctamente colocadas y fijadas.
- Que la planta pantalla transparente de protección contra proyecciones se encuentra bien situada.
- Que no hay piezas o herramientas abandonadas que pudieran caer o ser alcanzadas por la máquina.

Durante el trabajo

- Durante el trabajo, se deben mantener las manos alejadas de la herramienta que gira o se mueve.
- Todas las operaciones de comprobación, ajuste, etc., deben realizarse con la máquina parada, especialmente las siguientes:
 - Alejarse o abandonar el puesto de trabajo
 - Sujetar o soltar la pieza a trabajar
 - Medir o comprobar el acabado
 - Limpiar y engrasar
 - Ajusta protecciones o realizar reparaciones
 - Dirigir el chorro de la taladrina
- No se debe frenar nunca la máquina con la mano.
- La presión excesiva de la muela sobre la pieza a trabajar puede ocasionar roturas y proyecciones peligrosas.
- Es muy peligroso esmerilar empleando las caras laterales de una muela plana. Para este tipo de esmerilado deben utilizarse muelas de copa.
- En las máquinas que utilizan líquido refrigerante, debe cuidarse que la taladrina no se desparrame por la máquina haciendo el suelo resbaladizo.

Orden, limpieza del puesto de trabajo

- Asimismo debe cuidarse el orden y conservación de las herramientas, útiles y accesorios; tener un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.
- La zona de trabajo y las inmediaciones de la máquina deben mantenerse limpias y libres de obstáculos y manchas de aceite. Los objetos caídos y desperdigados pueden provocar tropezones y resbalones peligrosos, por lo que deben ser recogidos antes de que esto suceda.

- Las herramientas deben guardarse en un armario o lugar adecuado. No debe dejarse ninguna herramienta u objeto suelto sobre la máquina. Tanto las piezas en bruto como las ya mecanizadas deben apilarse de forma segura y ordenada o bien utilizar contenedores adecuados si las piezas son de pequeño tamaño.
- Se deben dejar libres los caminos de acceso a la máquina.
- Eliminar los desperdicios, trapos sucios de aceite o grasa que puedan arder con facilidad, acumulándolos en contenedores adecuados (metálicos y con tapa).
- Las averías de tipo eléctrico solamente pueden ser investigadas y reparadas por un electricista profesional; a la menor anomalía de este tipo desconecte la máquina, ponga un cartel de **Máquina Averiada** y avise al electricista.
- Las conducciones eléctricas deben estar protegidas contra cortes y daños producidos por las virutas y/o herramientas. Vigile este punto e informe a su inmediato superior de cualquier anomalía que observe.
- Durante las reparaciones coloque en el interruptor principal un cartel de **No Tocar. Peligro Hombre Trabajando**. Si fuera posible, ponga un candado en el interruptor principal o quite los fusibles

LEGISLACIÓN COLOMBIANA

En la legislación colombiana y más concretamente en la Resolución 2400 Título VIII capítulo I, artículos 266 a 295 se establecen normas para trabajar en Máquinas Herramientas y Máquinas Industriales.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOPI- I.S.S. *Metalmecánica, Cartilla de promoción y prevención para las Pymes.*, Bogotá 1999
- AGAFANO, *Manejo y distribución de gases*, Mimeografiado, Bogotá. Sin fecha.
- ARSEG, *Compendio de normas legales*, Actualización 2006 Bogotá D.C. 2006.
- CASAS, Favio, *Seguridad Eléctrica*, Bogotá D.C., 1999
- CEBOLLADA, Fernando, *Guía técnica de seguridad para el diseño y utilización de máquinas y equipos de trabajo*, Dossat 2000, Madrid 2001.
- CEIHALTDA – ARP PROTECCIÓN LABORAL SEGURO, *Factores de riesgo eléctricos y mecánicos*, Cooperativa de Servicios Gráficos Coolorismo, Bogotá D.E. 1998.
- CIAS, *Manual de seguridad industrial para operaciones industriales*, CIAS, ENGLEWOOD, 1987.
- COMISIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL SECTOR ELÉCTRICO, *Código de Seguridad Industrial del Sector Eléctrico*, Interconexión Eléctrica S.A. 1982.
- CENTRO REGIONAL DE AYUDA TÉCNICA, *Principios y Técnicas del resguardo mecánico*, Boletín número 197, Departamento de trabajo de los Estados Unidos, A.I.D., México, 1964.
- CORTÉS, José M, *Seguridad e Higiene del trabajo*, Alfaomega, Bogotá D.C. , 2002
- CHEC, *Manual sobre riesgos eléctricos*, Chec, Manizales, 1996
- DENTON, Keith, *Seguridad Industrial Administración y Métodos*, McGraw Hill, México, 1988
- ECHEVERRI E NELSON, *Herramientas de mano*, Facultad Nacional de Salud Pública, Mimeografiado, Medellín, Sin fecha.

- FUNDACIÓN MAPFRE, *Manual de seguridad en el trabajo*, Gráficas Lormo S.A. Madrid, 1992.
- FUNDACIÓN MAPFRE, *Guías técnicas de protección*, Gráficas Lormo S.A., Madrid, 1992.
- GRIMALDI, SIMONDS, *La seguridad Industrial*, Representaciones y servicios de Ingeniería, México, 1978.
- HENAO R, Fernando, apuntes de clase, varios cursos.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, NTP 400: Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano, 1996.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: Resguardos, 1998.
- ISS, Seccional atlántico, Curso de Salud Ocupacional, Tipografía y litografía DOVEL, Barranquilla, 1985.
- ISS, *Norma Básica de Protección de Maquinaria*, Bogotá D.C. 1984.
- KONZ, Stephan, *Diseño de sistemas de trabajo*, Limusa, México, 1992.
- MAFRE, *Riesgos Mecánicos*, Mimeografiado, Bogotá D.C., 1998.
- MERCHÁN GRACIELA, *Riesgo y seguridad eléctrica*, ARP PROTECCIÓN LABORAL SEGURO, Bogotá D.C., 2001.
- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, Resolución 2400 de 1979, Bogotá D.C., 1979.
- PROTECCIÓN LABORAL SEGURO, *Prevención de factores de Riesgo Eléctrico*, Bogotá D.C. 1997.
- Protección Laboral Seguro, *Protección de maquinaria*, Sierra Circular, Bogotá D.C. 2001
- Protección Laboral Seguro, *Protección de maquinaria*, Trompo, Bogotá D.C. 2001
- PROTECCIÓN LABORAL SEGURO, *Protección de maquinaria Generalidades*. Bogotá D.C. 2001.

-
- RAMIREZ G OMAR, *Factores de riesgo eléctrico*, División de salud Ocupacional, Instituto de Seguros Sociales, Antioquia, mimeografiado, Medellín 1992.
 - RESTREPO B HERNANDO, *Conceptos generales sobre: seguridad en calderas, recipientes con gases a presión y autoclaves*, Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, mimeografiado, Medellín, 1981.
 - SENA, *Información básica de Seguridad*, Mimeografiado, sin fecha.
 - SENESKY JACK, *Seguridad en el almacenamiento y manejo de gases comprimidos*, Cryogas, mimeografiado, Bogotá D.C. sin fecha.
 - Valencia, Ferney, *Riesgo Eléctrico*, Cali, 2004
 - VALLS, Rafael, *Protección contra contactos indirectos*, MAPFRE, Gráficas Montereina S.A. Barcelona, Sin fecha.
 - VALLS, Rafael et alter, *Prevención y protección del riesgo de electrocución*, INHST, Barcelona, Sin fecha.
 - WWW.estrucplan.com.ar GUÍAS AMBIENTALES 2006

Riesgos Eléctricos y Mecánicos

La vivienda, el trabajo, servicios y la industria presentan niveles de riesgo variados, asociados con los procesos de generación, transmisión, distribución y empleo de la corriente eléctrica, que exigen estrategias educativas y entrenamiento orientados a reducir la probabilidad de ocurrencia de los accidentes y eventos indeseados.

Este texto no pretende ser un manual de seguridad eléctrica, sino presentar las bases para que el personal que labora o que debe exponerse a este factor de riesgo pueda asumir en forma responsable su trabajo minimizando en cuanto sea posible los efectos que se puedan ocasionar.

Para acciones de diseño, montaje y mantenimiento de redes o aparatos eléctricos siempre se debe recurrir a personal calificado.



Fernando Henao Robledo

Ingeniero mecánico de la Universidad Tecnológica de Pereira (1971). Ingeniero de Salud Ocupacional ISS Caldas (1972-2002). Curso salud ocupacional para profesionales Universidad de Antioquia (1981). Participó en la elaboración del diseño curricular del programa académico de salud ocupacional de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Quindío. Especialista en salud ocupacional, Universidad de Antioquia (1999), profesional en Salud ocupacional, Universidad del Quindío (1999). Elaboró las siguientes normas: calderas, seguridad hospitalaria, sierras circulares para madera y planeadoras.

Autor de: *Límites máximos permisibles, Codificación en salud ocupacional, Estadística aplicada a la salud ocupacional, Introducción a la salud ocupacional, Riesgos Físicos I, Riesgos Físicos II, Riesgos Físicos III.*

Colección: Textos universitarios

Área: Ingeniería, arquitectura e informática

ECOE
EDICIONES

