



**Guía para la aplicación  
del cuestionario de  
seguridad para máquinas  
del sector de  
transformados de  
madera**

**Parte 1. Disposiciones  
mínimas aplicables a los  
equipos de trabajo**



## A Órganos de accionamiento

### I. ¿Los mandos de control de los equipos están claramente visibles, identificados y diferenciados?

Los órganos de accionamiento son todos aquellos elementos sobre los que actúa el operador para comunicar las órdenes a un equipo de trabajo, modificar sus parámetros de funcionamiento, seleccionar sus modos de funcionamiento y de mando o, eventualmente, para recibir informaciones. Se trata, en general, de pulsadores, palancas, pedales, selectores, volantes, teclados y pantallas interactivas (control numérico)<sup>1</sup>.

Los órganos de accionamiento deben estar claramente visibles e identificados utilizando para ello pictogramas normalizados o bien textos complementarios perfectamente comprensibles por el operario de la máquina.

Estarán colocados de tal manera que se puedan maniobrar con seguridad, sin vacilación ni pérdida de tiempo y de forma inequívoca.

<b>Función</b>	<b>Color indicado</b>	<b>Color alternativo</b>	
Marcha/puesta en tensión	Blanco	Verde	
Parada/puesta fuera de tensión	Negro	Rojo	
Marcha/parada (pulsación alternativa)	Blanco	Gris	Negro

Parada emergencia (o inicio de una función de emergencia): pulsador rojo sobre fondo amarillo. Necesitará ser rearmado manualmente tras su utilización y el pulsador deberá ser del tipo de actuador con la palma de la mano (fungiforme).

Los términos que pueden utilizarse para indicar las funciones son:

- Parada/puesta fuera de tensión
- Arranque/puesta en tensión
- Pulsación alternativa de arranque/parada

Los mandos que se accionan con la mano deben estar a una altura mínima de 600 mm del suelo y a más de 50 mm por debajo de la superficie superior de la mesa de trabajo<sup>2</sup>.

Cuando la máquina tenga dispositivos de mando a dos manos deberán presentar las siguientes características<sup>3</sup>:

- Serán dispositivos que precisen ambas manos del operario para permitir el arranque de la máquina (movimiento peligroso).
- Serán adecuados para las condiciones de empleo previstas (capacidad y frecuencia de maniobra, efectos perjudiciales del calor, aceites, virutas, etc.).
- Deberán ser de tal modo que al soltar, aunque sólo sea uno de ambos órganos de mando, durante el movimiento peligroso de cierre, resulte detenida la maniobra. La nueva iniciación del movimiento de cierre sólo podrá efectuarse después de que los dos órganos de mando retornen a su posición de reposo y sean nuevamente accionados.
- Deberán cumplir la condición de simultaneidad, es decir, solamente permitirán el inicio del movimiento peligroso cuando el accionamiento de ambos órganos de mando tenga lugar dentro de un período de 0,5 segundos.
- Los órganos de mando del dispositivo de mando a dos manos tienen que ser construidos y colocados de forma tal que sólo puedan ser accionados cada uno por una mano y no, por ejemplo, con un solo brazo utilizando el codo y la mano.

<sup>1</sup> Guía Técnica de Equipos de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

<sup>2</sup> Norma UNE EN 60204-1. Seguridad de las Máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1. Requisitos generales.

<sup>3</sup> NTP 70: Mando a dos manos. Requerimientos de seguridad.

- Dispondrán de una detección automática (autocontrol) que impida todo posterior movimiento de cierre cuando se presente una avería en uno cualquiera de sus componentes, impidiendo de esta forma un arranque intempestivo o una marcha continuada.
- Deberán montarse en máquinas en las que el movimiento peligroso de cierre pueda detenerse en cualquier punto de su recorrido.
- Sólo podrán emplearse en equipos en los que esté controlada la repetición no intencionada del movimiento peligroso.

## 2. ¿Los órganos de accionamiento están protegidos contra accionamientos involuntarios?

Los órganos y elementos de accionamiento deberán estar protegidos y dispuestos evitando que el propio trabajador u otra persona pueda poner la máquina en funcionamiento de forma involuntaria. Entre las soluciones que pueden adoptarse se encuentra la utilización de pulsadores encastrados, protección de los selectores<sup>4</sup> de función, etc.

Evitar como órganos de accionamiento las palancas que puedan accionarse involuntariamente. Si el órgano de puesta en marcha es un pedal que debe accionarse mediante el pie, deberá disponer de protección superior para evitar que al caer objetos puedan accionarlo. Si el pedal se utiliza para parada no deberá llevar esta protección superior.



**Fig. 1**  
Pedal de parada



**Fig. 2**  
Pedal de puesta en marcha

## 3. ¿Los órganos de accionamiento se encuentran lo suficientemente distanciados de las zonas peligrosas?

El operador no estará en ningún momento en situación peligrosa durante la maniobra. En el caso de que no sea posible, se deberán adoptar medidas de seguridad como la utilización de resguardos fijos o móviles (teniendo en cuenta las distancias de seguridad) que permitan separar los órganos de accionamiento de las zonas definidas como peligrosas.

Otras medidas a adoptar: disposición de procedimientos de trabajo seguros, adopción de señales de advertencia (luminosas, acústicas, señalizaciones), etc.

Los dispositivos de mando a dos manos se instalarán a una distancia y de 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 existir entre los órganos de manipulación del mando a dos manos y la zona peligrosa; asimismo se deben tomar medidas que garanticen que la distancia de seguridad se mantenga también cuando se emplean pupitres de mando desplazables o ajustables. Además los órganos de mando tendrán una configuración tal y estarán dispuestos de modo que no puedan ser accionados de forma inadvertida, ni atascarse o neutralizarse fácilmente.

<sup>4</sup> La utilización de selectores como órganos de puesta en marcha puede conllevar la puesta en marcha intempestiva de la máquina, por lo que se deben adoptar las medidas recogidas en el apartado 6.

#### **4. Si desde el puesto de mando no se advierte la presencia de personas en zonas peligrosas o la máquina tiene más de un dispositivo de parada de emergencia ¿se dispone de señal acústica o visual previa a la puesta en marcha?**

Se debe disponer de señal acústica o visual audible e identificable (no estará anulada por ruidos ambientales o enmascarada por otras alarmas), previa a la puesta en marcha de la máquina, si desde el puesto de mando de la misma no se puede advertir la presencia de personas en zonas peligrosas, con el fin de evitar accidentes al poner en marcha la máquina.

Si no se puede garantizar que el sistema de señal acústica o visual dispuesto sea percibido por todos los trabajadores expuestos se deben elaborar y poner en marcha procedimientos de trabajo adecuados, basados, por ejemplo, en un código de señales y ademanes transmitidos por otros operarios (algo similar a lo empleado por los gruistas o conductores de cosechadoras).

En máquinas con más de un puesto de trabajo o de mando o que por sus dimensiones precisen de más de un dispositivo de parada de emergencia, el accionamiento de uno cualquiera de ellos provocará la detención de la máquina y será preciso para la nueva puesta en marcha eliminar el bloqueo desde el punto en que se paró. El restablecimiento de las condiciones de puesta en marcha y desbloqueo del paro de emergencia de la máquina implicaría la actuación de una señal acústica-luminosa perceptible por la totalidad de los operarios de la misma; en todo caso, se seguiría el procedimiento normal de puesta en marcha<sup>5</sup>.

#### **5. En caso de ser necesario que los órganos de accionamiento estén en la zona peligrosa, ¿su manipulación no ocasiona riesgos adicionales?**

La manipulación de los órganos debe ser de fácil acceso para el operario, aunque se encuentren situados en la zona peligrosa, sin suponer un peligro ni riesgo adicional de atrapamientos, cortes, golpes...

Estarán diseñados o irán protegidos de forma que el efecto deseado, cuando pueda acarrear un riesgo, no pueda producirse sin una maniobra intencional, como, por ejemplo, mediante la utilización de dispositivos normalizados, la colocación de resguardos fijos o móviles, establecimiento de procedimientos seguros de utilización, etc.

## **B** Puesta en marcha

#### **6. ¿La puesta en marcha de los equipos únicamente se puede realizar mediante el accionamiento del órgano previsto a tal efecto?**

La puesta en marcha de un equipo sólo deberá poder efectuarse mediante una acción voluntaria ejercida sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto. Este requisito será aplicable a la puesta en marcha de nuevo tras una parada (sea cual sea la causa de ésta) y a la orden de una modificación importante de las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, velocidad, presión, etc.), excepto cuando no presenta riesgo alguno para las personas expuestas<sup>6</sup>.

Se debe impedir la puesta en marcha automática al restablecerse la corriente mediante el empleo de diferentes maniobras eléctricas siempre y cuando pueda producirse un daño, riesgo o peligro.

La puesta en marcha de la máquina sólo deberá producirse con todos los resguardos en su posición.

<sup>5</sup> NTP 86: Dispositivos de parada de energía

<sup>6</sup> UNE-EN-ISO 12100-2: Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos

En caso de acciones de reglaje o mantenimiento en que sea necesaria la puesta en marcha de la máquina sin encontrarse los resguardos en posición, deberán tomarse medidas de seguridad adicionales como: la utilización del mando manual de acción mantenida, asociado a dispositivos de validación, utilización de señales de advertencia, puesto de mando portátil, así como dispositivos de protección cerrojables, formación específica y autorización del personal.

**Cepilladora:** todas aquellas cepilladoras que funcionen con alimentador deberán estar diseñadas de manera que la puesta en marcha del motor de avance del alimentador se pueda realizar una vez esté girando el motor de accionamiento del portaherramientas o bien deberán existir procedimientos adecuados de trabajo.

**Tupí:** las palancas y órganos mecánicos deben instalarse en la parte anterior de la máquina y no en la parte posterior.

**Escuadradora:** si la máquina está provista de disco incisor éste no se podrá poner en marcha antes que el disco de corte principal. El disco incisor deberá estar protegido adecuadamente por su parte inferior.

## C Parada

### 7. ¿Dispone de un órgano de accionamiento en cada puesto de trabajo con prioridad sobre el resto que permite la parada total del equipo de trabajo en condiciones de seguridad?

La parada normal de la máquina podrá ser<sup>7</sup>:

- Categoría 0: parada por supresión inmediata de la energía de los accionadores.
- Categoría 1: parada controlada manteniendo disponible la energía en los accionadores y obtener así la parada de la máquina, cortándose la energía una vez obtenida la parada. Un ejemplo de esta utilización es el empleo de un freno eléctrico.
- Categoría 2: parada controlada con la energía disponible en los accionadores de la máquina.

Si la máquina dispone de freno como sistema de parada controlada, deberá:

1. Cortar la alimentación de la toma de corriente que está prevista para la conexión del alimentador.
2. Cortar la alimentación de energía del motor de accionamiento del eje portaherramientas o husillo y aplicar el freno.
3. Cortar la alimentación del freno después de que se haya parado la herramienta o el husillo.
4. Cortar la alimentación de energía de los accionadores de la máquina.

La máquina se debe detener sin pasar por una velocidad intermedia. Si la máquina tiene freno mecánico el sistema de parada normal y de emergencia le corresponderá a una categoría 0. Si la máquina tiene un freno eléctrico el sistema de parada normal y de emergencia le corresponderá a una categoría 1. Si dispone de disco incisor éste se debe detener con el mando de parada del disco principal.

En el caso de que el tiempo de parada de los husillos portaherramientas sea superior a 10 s (en máquinas del anexo IV), es recomendable la colocación de un sistema de frenado automático. Se pueden tener en cuenta medidas adicionales como apertura de puertas retardada, etc.

Hay que tener en cuenta que, dependiendo del tipo de máquina, puede ser necesaria la instalación de más de un dispositivo de parada; por ejemplo, en máquinas con más de un puesto de mando y control, máquinas de características especiales con varios puntos de peligro separados del puesto de mando y control, etc.

<sup>7</sup> UNE-EN 60204-1: Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales

## 8. Cuando el dispositivo de parada normal no evita la situación de peligro, ¿existe un dispositivo de parada de emergencia?

Los dispositivos de parada de emergencia deben ser instalados en todas aquellas máquinas en las cuales existan peligros de tipo mecánico en condiciones normales de trabajo y puedan evitar situaciones peligrosas que puedan producirse de forma inminente o que se estén produciendo.

Hay que tener en cuenta que, dependiendo del tipo de máquina, puede ser necesaria la instalación de más de un dispositivo de parada de emergencia; por ejemplo, en máquinas con más de un puesto de mando y control, máquinas de características especiales con varios puntos de peligro separados del puesto de mando y control, etc.

La función esencial del dispositivo de parada de emergencia será la de interrumpir (en caso de peligro) el suministro de las fuentes de alimentación de energía (corriente eléctrica, aire a presión, etc.) y parar la máquina lo más rápidamente posible. Sin embargo, el dispositivo de parada de emergencia puede, en algunos casos, no interrumpir ciertos circuitos de la máquina que podrían generar, al ser interrumpidos, un peligro para el operario o la máquina, como, por ejemplo, los platos magnéticos o circuitos auxiliares (alumbrado, refrigeración, etc.).

Ciertos movimientos no sólo no serán interrumpidos sino que se pondrán en marcha al ser accionado el dispositivo de parada de emergencia sin que ello, claro está, represente un peligro para el operario, por ejemplo: los órganos de frenada de emergencia para obtener una parada más rápida, la inversión del sentido de giro en los rodillos de una curvadora de chapa, etc.

La función principal del dispositivo de parada de emergencia es la de parar la máquina lo más rápidamente posible en condiciones de seguridad. Para su instalación existen dos posibilidades: un interruptor accionado manual o eléctricamente, situado en la línea de alimentación de la máquina, o un auxiliar de mando dispuesto en el circuito auxiliar de modo que, al ser accionado, todos los circuitos que puedan originar peligro queden desconectados.

Será visible y fácilmente accesible, por lo que se colocará en un lugar donde pueda ser alcanzado rápidamente por el operario. Tendrá que poder cortar la corriente máxima del motor de mayor potencia en condiciones de arranque.

Podrá ser accionado manualmente y será enclavable en la posición de abierto.

Puede presentar varias formas: maneta, pedal, cuerda, botón pulsador, etc., y se elegirá la más conveniente en cada caso; en todos los casos el color será rojo.

Si el órgano de mando es un botón-pulsador, éste debe ser del tipo “cabeza de seta”, de color rojo y la superficie situada detrás, cuando exista y sea practicable, será color amarillo<sup>8</sup>.

En máquinas con más de un puesto de trabajo o de mando, o que por sus dimensiones precisen de más de un dispositivo de parada de emergencia, el accionamiento de uno cualquiera de ellos provocará la detención de la máquina y será preciso para la nueva puesta en marcha eliminar el bloqueo desde el punto



en que se paró. El restablecimiento de las condiciones de puesta en marcha y desbloqueo del paro de emergencia de la máquina implicaría la actuación de una señal acústica-luminosa perceptible por la totalidad de los operarios de la misma; en todo caso, se seguiría el procedimiento normal de puesta en marcha<sup>9</sup>. Cuando se emplee como paro de emergencia el interruptor principal de la máquina, este elemento de desconexión deberá reunir, además de las características propias de su función, las descritas para el paro de emergencia.

<sup>8</sup> UNE EN 418. Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia. Aspectos funcionales

<sup>9</sup> NTP 86: Dispositivos de parada de emergencia

Quedan excluidas de la obligación de instalar parada de emergencia las máquinas en las que el dispositivo de parada de emergencia no pueda reducir el riesgo, ya sea porque no reduce el tiempo para obtener una parada normal o bien porque no permite adoptar las medidas particulares que exige el riesgo y las máquinas portátiles o guiadas a mano<sup>10</sup>.

Ahora bien, en el caso de elementos móviles, es frecuente que, por razones técnicas, sea difícil o incluso imposible adaptar en máquinas usadas un dispositivo de frenado. En esas condiciones no se aplica el apartado de parada de emergencia, aunque esto no significa que no se deban adoptar otras medidas alternativas. Sin embargo, no puede excluirse de la obligación de un frenado eficaz a máquinas en las que el tiempo de parada está asociado a una situación de riesgo alto.

Para el caso de la sierra de cinta todas las máquinas deben disponer de accionamiento de parada de emergencia, excepto las sierras de cinta de mesa que no estén provistas de conexión eléctrica para alimentador abatible.

Para máquinas del anexo IV, si la máquina está provista de un freno mecánico, el sistema de mando de parada de emergencia debe responder a la categoría de parada 0; en todos los demás casos será de categoría de parada 1. En el resto de máquinas la parada de emergencia podrá ser de categoría 0 ó 1.

## D Dispositivos de captación / extracción

### 9. ¿Existe un dispositivo de captación cerca de la fuente emisora si hay emanación de gases, vapores o líquidos o emisión de polvo?

### 10. ¿El dispositivo de captación/extracción existente es eficaz?

La máquina deberá estar provista de una boca que pueda ser conectada a un sistema de extracción de polvo.

Se recomienda disponer de un sistema integrado de extracción de polvo y virutas, de modo que la máquina y la aspiración se pongan en marcha simultáneamente.

La captación en proximidad de la fuente consiste en aspirar las emisiones cerca de su origen, evitando así la contaminación del ambiente en el lugar de trabajo; es una opción excelente para proteger a todos los allí presentes. Se debe:

- Colocar el conducto de entrada del sistema lo suficientemente cerca de la fuente.
- Tener en cuenta la circulación del aire, natural o provocada por procesos. Los vapores calientes fluyen hacia arriba. Las máquinas abrasivas emiten polvos a altas velocidades en una dirección determinada.
- Dirigir la circulación del aire hacia la entrada del sistema de ventilación a través de campanas (pasivas) o con ayuda de conductos direccionales que canalicen la contaminación hacia la entrada (los sistemas denominados «de vaivén»).
- Instalar en el sistema un dispositivo de seguridad. Por ejemplo, un interruptor automático que desconecta las máquinas de lijado si el sistema de captación en proximidad de la fuente deja de funcionar.
- Enseñar a los trabajadores a no bloquear la circulación del aire y a no crear corrientes no deseadas que afecten al sistema de extracción, por ejemplo, abriendo ventanas y puertas que estén cerca del sistema.
- Garantizar el mantenimiento regular para prevenir la acumulación de agentes contaminantes, lo que puede reducir la eficacia de los conductos.
- Utilizar conductos cortos con el menor número posible de ángulos y otras obstrucciones para reducir el consumo eléctrico del sistema.

<sup>10</sup> UNE-EN-ISO 12100-2: Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos

Al tiempo que el sistema de captación en proximidad de la fuente elimina agentes contaminantes antes de su dispersión en el lugar de trabajo, la ventilación general (dilución) permite la entrada de aire fresco desde el exterior para diluir y sustituir el aire contaminado. Esta medida es menos eficaz que la ventilación por escape local, pero puede ser de utilidad para reducir la exposición, especialmente si las emisiones proceden de fuentes dispersas.

Asimismo, debido a que el sistema de captación en proximidad de la fuente nunca es eficaz al 100%, se puede recurrir a la ventilación general para reducir la contaminación restante (de fondo). La recirculación del aire ventilado debería limitarse y, si el aire está contaminado de agentes carcinógenos, generalmente se prohíbe.

Se debe captar el polvo de madera tan cerca como sea posible del foco de emisión. En el diseño del sistema de extracción se debe tener en cuenta la trayectoria de las partículas y la velocidad con que se generan.

Dimensionar de forma adecuada el sistema de captación teniendo en cuenta la pérdida de carga de los conductos, el uso simultáneo de varios puntos de captación y la necesidad de su mantenimiento.

Las mangas de filtrado y el equipo de aspiración, siempre que sea posible, se deben instalar fuera del taller o en un recinto aislado para evitar el ruido que se genera y facilitar a su vez el mantenimiento.

Asimismo debe tenerse en cuenta en estas instalaciones la prevención del riesgo de incendio y explosión.

Valorar la posibilidad de aislar dentro de cabinas de aspiración las operaciones que más polvo generan. Los equipos portátiles deben incorporar una aspiración mediante mangueras y flexos.

En el anexo III del R.D. 349/2003, de 21 de marzo, se establece un valor límite de exposición profesional a polvo de maderas duras de  $5 \text{ mg/m}^3$ , medido o calculado en relación con un periodo de referencia de ocho horas. Este valor corresponde a la fracción inhalable, es decir, si el polvo de maderas duras se mezclan con otros polvos el valor límite se aplicará a todos los polvos presentes en la mezcla.

Para polvo de maderas duras se recomienda una velocidad mínima del aire del sistema de extracción de 10-20 m/s.

Una forma sencilla y visual de comprobarlo, aunque no muy fidedigna, es comprobar la ausencia de olores, polvo, irritaciones en los trabajadores...

## **E** Estabilidad

### **11. ¿Están los elementos del equipo correctamente fijados para evitar peligros de vuelco o desplazamientos involuntarios?**

Los elementos del equipo deben estar debidamente fijados, mediante tornillos, tuercas o similares, con el fin de evitar movimientos indeseados, peligros de golpes involuntarios...

### **12. ¿Está el equipo correctamente anclado para evitar peligros de vuelco o desplazamientos involuntarios?**

La máquina debe estar adecuadamente anclada, al suelo o a cualquier otra estructura estable, para conseguir una correcta fijación y evitar su vuelco o desplazamientos involuntarios; ello se consigue mediante anclajes de seguridad, atornillándola...

No obstante, es posible que la máquina no presente riesgo de vuelco o desplazamientos involuntarios debido a su propio peso o tamaño; en este caso no será necesario anclarla o fijarla mediante elementos adicionales.

## F Riesgo por contacto mecánico con elementos móviles

Podemos distinguir tres tipos de trabajos:

- Trabajos continuos: el operario trabaja continuamente en la proximidad inmediata de los elementos móviles.
- Trabajos ocasionales: se puede englobar en este apartado tanto las tareas de vigilancia y/o control de máquinas totalmente automáticas, como las tareas de limpieza, mantenimiento, reglaje...
- Trabajos al final de cada ciclo: el operario acude al campo de influencia de los órganos móviles al final de cada ciclo.

**13. ¿La herramienta está protegida mediante algún resguardo que asegure la inaccesibilidad a la misma a excepción de la parte imprescindible para el mecanizado?**

**14. ¿Los mecanismos de transmisión están correctamente protegidos mediante su correspondiente resguardo o carenado fijo?**

**15. ¿Existen resguardos que impiden el acceso a otras zonas peligrosas o a elementos móviles?**

**16. ¿Permiten los resguardos intervenciones indispensables de cambio de herramientas y mantenimiento en condiciones de seguridad?**

Deben existir resguardos para garantizar la protección mediante una barrera material, evitando que cualquier parte del cuerpo alcance la zona peligrosa.

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.

Los resguardos pueden clasificarse del siguiente modo:

- Fijos: resguardos que se mantienen en su posición, es decir, cerrados, ya sea de forma permanente (por soldadura, etc.) o bien por medio de elementos de fijación (tornillos, etc.) que impiden que puedan ser retirados/abiertos sin el empleo de una herramienta. Los resguardos fijos, a su vez, se pueden clasificar en: envolventes (encierran completamente la zona peligrosa) y distanciadores (no encierran totalmente la zona peligrosa, pero, por sus dimensiones y distancia a la zona, la hacen inaccesible).
- Móviles: resguardos articulados o guiados que es posible abrir sin herramientas. Para garantizar su eficacia protectora deben ir asociados a un dispositivo de enclavamiento, con o sin bloqueo.
- Regulables: son resguardos fijos o móviles que son regulables en su totalidad o que incorporan partes regulables. Cuando se ajustan a una cierta posición, sea manualmente (reglaje manual) o automáticamente (autorregulable), permanecen en ella durante una operación determinada.

El dimensionamiento de los resguardos exige valorar conjunta e integradamente su abertura o posicionamiento y la distancia a la zona de peligro.

Distancias de seguridad: 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

<sup>11</sup> NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos

lesiones o daños irreversibles), se considera protegida por ubicación (alejamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,70 m<sup>11</sup>.

Estarán firmemente sujetos en su posición (es decir, cerrado) mediante soldadura o elementos de fijación (tornillos, tuercas, etc.).

Dispondrán de un dispositivo de enclavamiento que impida el funcionamiento del equipo de trabajo mientras el resguardo no esté colocado en su lugar.

Detendrán inmediatamente el funcionamiento del equipo de trabajo al ser retirado de su lugar y para una nueva puesta en marcha habrá que rearmar el equipo.

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.

Las operaciones de control y mantenimiento, en la medida de lo posible, se intentarán realizar a través de los resguardos o sistemas de protección, como por ejemplo, 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.

Para la elección del resguardo adecuado deberá tenerse en cuenta el tipo de trabajo que se realiza, según las definiciones presentadas anteriormente:

#### • **Trabajos continuos**

Si los elementos móviles pueden hacerse totalmente inaccesibles durante el trabajo se colocarán resguardos fijos o resguardos móviles con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo si su tiempo de parada es superior a 10 segundos.

Sin embargo, si los elementos móviles no pueden hacerse totalmente inaccesibles deberán ponerse resguardos fijos en las zonas que no se utilizan para efectuar el trabajo, se usarán dispositivos de alimentación de piezas, resguardos regulables de restricción del acceso a los órganos móviles, se usarán empujadores o dispositivos que incrementan la sujeción de las piezas, o dispositivos de protección que eviten el acceso al órgano móvil en su fase de peligro.

#### • **Trabajos ocasionales**

En este caso se dispondrá de resguardos fijos en las zonas que no se utilizan para efectuar el trabajo, o resguardos móviles con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo que impidan acceder al órgano móvil durante el ciclo de trabajo, o bien dispositivos de protección que eviten el acceso al órgano móvil en su fase de peligro.

#### • **Trabajos al final de cada ciclo**

Se emplearán resguardos móviles con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo que impidan acceder al órgano móvil durante el ciclo de trabajo, o dispositivos de protección que eviten el acceso al órgano móvil en fase de peligro, en caso de tratarse de tareas de vigilancia y/o control de máquinas totalmente automáticas. Si se trata de operaciones de limpieza y mantenimiento debemos distinguir a su vez dos casos:

- Las operaciones pueden hacerse con los órganos o mecanismos peligrosos completamente parados: se empleará la máquina consignada.
- Las operaciones no pueden hacerse con los órganos o mecanismos peligrosos completamente parados: se emplearán selectores de mando enclavables que permitan limitar al máximo el riesgo para las fases de intervención en marcha, por ejemplo, pulsadores sensitivos, marcha a pulsos, mandos a distancia, etc.; el modo seleccionado prevalecerá sobre el resto de órganos de accionamiento, excepto sobre el de paro de emergencia.

• **Cepilladora:** todas las cepilladoras deben estar provistas de una guía, que tiene que estar sujeta a la máquina y ser ajustable lateralmente sin necesidad de utilizar una herramienta.

Deberá protegerse mediante resguardos por delante y por detrás de la guía de manera que no se puedan desplazar de su posición de trabajo sin desmontarlos.

El acceso al portaherramientas por detrás de la guía debe impedirse mediante un resguardo solidario a la guía o que forme parte del soporte.

Si la mesa de la cepilladora tiene una anchura útil inferior a 100 mm se puede instalar como resguardo una protección giratoria o una tipo puente. En caso contrario la protección será siempre de tipo puente.

- **Tupí:** se deberá proteger el acceso a la herramienta por debajo de la mesa mediante un resguardo fijo o móvil.

Trabajo con guía: para garantizar la estabilidad vertical de las piezas la máquina dispondrá de guías cuyas dimensiones dependerán del tamaño de la mesa y del diámetro del orificio de la mesa. La tupí debe incorporar presores de mesa y guía para mantener permanentemente la pieza en contacto con la mesa y con las guías, impidiendo de esta manera el acceso a las herramientas.

Trabajo al árbol: la protección en la ejecución de este tipo de trabajos puede realizarse mediante una guía fija (luneta) o una cuña de entrada que permita la utilización de un rodamiento. Debe preverse un resguardo regulable llamado guardamanos.

Trabajo de espigado: debe impedirse el acceso a la herramienta mediante resguardos sujetos al carro durante el movimiento de retorno del espigado y al final de la pasada.

- **Regruesadora:** el portaherramientas debe ser cilíndrico de sección circular. Los resguardos de la máquina serán fijos o móviles con enclavamiento.

## **17. ¿La herramienta está protegida mediante algún resguardo que asegure la no proyección de la misma en caso de rotura?**

Las protecciones deben estar colocadas en su posición correcta antes de comenzar a cortar, deben ser lo suficientemente amplias para abarcar cualquier rotura y/o proyección y ser de fabricación sólida y resistente para absorber cualquier impacto. Además no deben ocasionar riesgos suplementarios.

Para evitar la posibilidad de aparición de riesgos asociados a las proyecciones de fragmentos de las herramientas, los equipos deben disponer de resguardos que retengan los objetos proyectados. También se puede utilizar pantallas o mamparas protectoras con unas características adecuadas a las proyecciones que se puedan producir. Estas pantallas deberán colocarse protegiendo el foco emisor y la zona de exposición a las mismas. También se puede disponer el equipo de forma que no haya personas en la trayectoria de los objetos en movimiento.

## **18. ¿Los resguardos son sólidos, resistentes y no ocasionan riesgos suplementarios?**

Los resguardos deberán carecer de aristas y ángulos vivos o bordes afilados o peligrosos.

Deberán ser de material duradero, por ejemplo acero, aleación ligera, hierro fundido, policarbonato o madera, siempre que presenten una resistencia adecuada.

El husillo de la tupí no debe tener ranura para insertar cuchillas y deberá ser de acero.

## **19. ¿Los resguardos se anulan o ponen fuera de servicio difícilmente?**

La fijación del resguardo deberá ser racionalmente inviolable (en cualquier caso no debería fijarse con tornillos de muesca longitudinal).

Los resguardos móviles deberán estar asociados a un dispositivo de enclavamiento que impida que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras se pueda acceder a ellos y que provoca la parada cuando los resguardos sean abiertos.

## **20. ¿Limitan los resguardos lo mínimo imprescindible la observación del ciclo de trabajo?**

La visibilidad a través del resguardo deberá ser la suficiente para que no sea necesario abrir boquetes o ventanas improvisadas, y para observar correctamente el trabajo realizado y la ausencia de personal en la zona peligrosa.

## **G Estallido o rotura de elementos neumáticos o a presión**

### **21. ¿Dispone de medios de protección adecuados frente a un posible estallido o rotura de elementos a presión?**

Esta cuestión se refiere fundamentalmente a los riesgos derivados de la energía neumática o hidráulica.

Todos los componentes hidráulicos/neumáticos deben estar protegidos contra las presiones que excedan la presión máxima de trabajo del sistema o de cualquier parte del mismo. El método de protección preferido contra presiones excesivas consiste en una o varias válvulas limitadoras de presión<sup>12</sup>.

Las mangueras flexibles deberán encontrarse en buen estado y ser adecuadas para soportar la presión y/o temperatura a las que van a ser utilizadas.

Todas las uniones deberán estar sujetas de manera segura, mediante sujeciones correctamente diseñadas.

Las conducciones deben estar colocadas de forma que queden protegidas contra los daños previsibles y que no dificulten el acceso para los ajustes, reparaciones, sustitución de componentes o durante el funcionamiento normal. La longitud de las mismas deberá ser la mínima necesaria para evitar doblados agudos y tensiones de los tubos durante su funcionamiento<sup>13</sup>.

Todas las máquinas o mandos neumáticos deberán disponer de la llamada unidad de mantenimiento de la instalación neumática, formada por el filtro de aire comprimido, el regulador de presión y el lubricador de aire comprimido. Dichas unidades de mantenimiento deberán ser conservadas y revisadas periódicamente:

- Filtro de aire comprimido: debe examinarse periódicamente el nivel del agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control. De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla. Asimismo debe limpiarse el cartucho filtrante.
- Regulador de presión: cuando está precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.
- Lubricador de aire comprimido: verificar el nivel de aceite en la mirilla y, si es necesario, suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.

En el caso de proyecciones de alta energía (por ejemplo, fluidos a alta presión, superior a 15 Mpa -150 bares, en máquinas hidráulicas), las medidas preventivas comprenderán la instalación de válvulas limitadoras

<sup>12-13</sup> Normas UNE EN 982. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica: y UNE EN 983. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática

de presión; la instalación de resguardos fijos para la protección contra el peligro de latigazos de las tuberías flexibles o la sujeción de éstas mediante vainas amarradas y, si procede su sustitución, seleccionarlas adecuadamente, con un coeficiente de seguridad de 4 y fijar la fecha para una nueva sustitución; y la aplicación de las reglamentaciones específicas en el caso de recipientes y equipos a presión.

## H Iluminación

### 22. ¿Se dispone de la iluminación adecuada para realizar tanto el trabajo como las operaciones de mantenimiento?

Según se recogen en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, el nivel de iluminación en un lugar en el que se ejecute trabajo será:

Zonas en que se ejecuten tareas	Nivel mínimo de iluminación (lux)	Actividades/ lugares
Bajas exigencias visuales	100	Patios, galerías, lugares de paso...
Exigencias visuales moderadas	200	Salas de máquinas, calderas, depósitos, almacenes...
Exigencias visuales altas	500	Trabajos generales de carpintería y ebanistería, excepto proceso de acabado
Exigencias visuales muy altas	1.000	Trabajos de marquetería y acabado de producto

El nivel de iluminación en zonas de uso general se medirá a 85 cm del suelo y en el de vías de circulación a nivel del suelo. Estos niveles mínimos de iluminación deberán duplicarse en las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes. No deberá producir deslumbramientos directos o indirectos por proyectar los rayos luminosos sobre los ojos del personal.

Se recomienda para un taller de carpintería unos valores de iluminación comprendidos entre 500 y 1.000 luxes. Para establecer el nivel de iluminación adecuado hay que tener en cuenta la tarea a desempeñar, edad del trabajador y las condiciones reales de ejecución de los trabajos. Paralelamente, puede utilizarse iluminación localizada en cada uno de los puestos complementando la iluminación general existente en el taller, procurando que esta última sea lo más uniforme posible.

En caso de que se deban realizar tareas especiales que necesiten focalización en un punto o mayor iluminación deberán disponer de iluminación propia del equipo de trabajo.

## I Partes del equipo con temperaturas altas

### 23. ¿Estas partes se encuentran protegidas contra riesgos de contacto con los trabajadores?

Las partes de los equipos que se encuentran a altas temperaturas (como, por ejemplo, el depósito de cola) deben protegerse adecuadamente, con el fin de evitar que los trabajadores entren en contacto con ellas y se produzcan quemaduras, por ejemplo, procediendo a su encerramiento o en su caso utilizando métodos de aislamiento, colocando un aislante térmico alrededor de los elementos peligrosos, adaptando los resguardos para permitir la evacuación de calorías (rejillas, chapa perforada...), suprimiendo el acceso a la zona peligrosa mediante barandillas, aplicando cortinas de aire o agua, etc.

En los casos en que las superficies deben estar calientes y accesibles, será necesario utilizar los equipos de protección individual apropiados. A este respecto debe aplicarse el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre utilización de equipos de protección individual.

Si es preciso se señalarán e identificarán convenientemente las partes calientes o frías accesibles que no puedan reconocerse fácilmente y se proporcionarán la formación e información oportunas.

En otros casos es posible que estas medidas deban combinarse con la rotación de puestos de trabajo.

En el caso de que la máquina disponga de un depósito que pueda estar a altas temperaturas, se deberá garantizar que el equipo no pueda ponerse en funcionamiento mientras se procede a la operación de carga del depósito.

La temperatura superficial a considerar para evaluar el riesgo depende de la naturaleza del material (metal, material plástico...) y de la duración del contacto con la piel. A título indicativo, en el caso de una superficie metálica lisa se admite generalmente que no existe riesgo de quemadura por contacto involuntario (máximo 2 a 3 segundos) si su temperatura no excede de 65°C. Por debajo de esta temperatura no es necesario, por tanto, la aplicación de medidas preventivas<sup>14</sup>.

## J Dispositivos de separación de fuentes de energía

### 24. ¿Existe dispositivo claramente identificable que permite desconectar o separar la fuente de energía (eléctrica, hidráulica o neumática)?

El tipo de dispositivo a emplear para desconectar y separar la fuente de energía dependerá de la naturaleza de ésta.

En lo que respecta a la energía eléctrica, la separación se puede realizar mediante:

- un seccionador; que podrá estar provisto de contacto auxiliar de desconexión de carga antes de que abran sus contactos principales;
  - un interruptor-seccionador;
  - un interruptor automático provisto de la función de seccionamiento;
  - una toma de corriente, para una corriente inferior o igual a 16 A y una potencia total inferior a 3 kW.
- Hay que considerar la posibilidad de conectar alimentadores a las máquinas y/o sistemas integrados de aspiración, debiéndose tener en cuenta el consumo conjunto de los equipos.

Los dispositivos de separación deben, por su tecnología, ofrecer total garantía de que a cada una de las posiciones (abierto/cerrado) del órgano de accionamiento le corresponde, de manera inmutable, la misma posición (abierto/cerrado) de los contactos. Esto es particularmente importante cuando los aparatos no son de corte visible o de corte plenamente aparente.

También se puede considerar como una acción equivalente retirar el enchufe de una toma de corriente, en caso de una máquina pequeña en la que se tiene la certeza de que el enchufe no puede reinsertarse en su base sin que se entere la persona que interviene en la máquina.

El seccionador debe llevar la indicación I/O correspondiente a la conexión/desconexión de máquina.

Para energía hidráulica y neumática el dispositivo de separación puede ser una llave, una válvula o un distribuidor manual. En neumática se puede emplear una “conexión rápida”, de la misma manera que la toma de corriente en electricidad para las máquinas de poca potencia. En máquinas provistas de un sistema neumático de sujeción de la pieza, se dispondrán los medios para mantener la presión en caso de fallo de la alimentación de energía neumática.

<sup>14</sup> Guía Técnica de Equipos de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

## 25. ¿Están correctamente señalizados los riesgos de la máquina, así como los equipos de protección individual a utilizar y las condiciones límite de utilización del equipo?

Las advertencias e indicaciones que tengan que darse a los trabajadores deberán cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997

	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS OÍDOS	Obligatorio cuando el nivel diario equivalente $L_{Aeq,d}$ supera los 90dB (A), siendo recomendable cuando supera los 80dB (A).
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA/CARA	Por la existencia de partículas sólidas (virutas) y polvo que pueden alcanzar los ojos.
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS	En aquellos casos en los cuales la extracción localizada no está siendo plenamente eficaz.
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS	Cuando exista riesgo de corte en las manos y no exista riesgo de atrapamiento con partes móviles.
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	Para evitar que la caída de objetos lastime los pies y los dedos.
	PELIGRO GENERAL	Hace referencia a la existencia de riesgos residuales como el de corte, cizallamiento, atrapamiento, etc.
	RIESGO ELÉCTRICO	En el cuadro eléctrico y/o cajas de bornas de la máquina, armarios eléctricos, etc.
	CHOQUES, GOLPES, CAÍDAS	Advertir puntos críticos, movimientos de las mesas, etc.
	PROHIBIDO FUMAR	
	PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO	

## L Incendio y explosión

### **26. ¿Se dispone de los medios adecuados para prevenir y proteger frente al riesgo de incendio y explosión provocados tanto por la máquina como por los materiales almacenados, producidos o utilizados?**

La protección frente a las sobrecargas y sobrecargas se consigue mediante la instalación de guardamotores y magnetotérmicos de calibre adecuado, y debe ir acompañada de un adecuado programa de verificación y sustitución, en caso necesario, de los dispositivos de protección.

Se mantendrán los alrededores de la máquina limpios de serrín, polvo u otras sustancias fácilmente inflamables, con el fin de limitar los efectos de las llamas, calor, humos... si no se puede eliminar la posibilidad de incendio. Así mismo se podrán atenuar dichos efectos apantallando o cerrando el equipo de trabajo, con el fin de limitar al máximo posible los efectos o daños sobre personas o bienes y evitando con ello la salida de polvo.

Sería conveniente disponer en las proximidades del equipo de trabajo de un extintor y se garantizará el correcto funcionamiento de los sistemas de extracción.

Se recomienda sustituir los materiales combustibles por otros que no lo sean, o bien retardadores de la llama empleados en el equipo, como pueden ser mezclas de aceite-agua como fluido hidráulico en máquinas para trabajar en ambientes calurosos, aceites especiales...

Se mantendrá en correcto estado la instalación eléctrica, cumpliendo la normativa al respecto, evitando conexiones flojas, cables pelados... Se conectará el equipo a tierra.

En la medida de lo posible se recomienda evitar puntos de ignición, como superficies y tuberías calientes, así como emplear sistemas que eviten el sobrecalentamiento.

## M Riesgos eléctricos

### **27. ¿Las partes eléctricas del equipo cumplen la normativa específica correspondiente?**

### **28. ¿Están todos los enchufes, conexiones, cables, instalaciones, máquinas y equipos eléctricos en buenas condiciones desde el punto de vista eléctrico?**

La instalación eléctrica debe haber sido diseñada a través de un proyecto eléctrico realizado por técnico competente conforme al Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT) y ser ejecutada por instalador autorizado.

No obstante, se puede realizar una inspección visual del estado del cableado, para comprobar que los cables están en buenas condiciones, sin peladuras, el buen estado de las conexiones eléctricas...

Las partes eléctricas del equipo deben cumplir el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Para tomas de corriente con tensiones de servicio iguales o superiores a 500 V, deben preverse enclavamientos. Las tomas de corriente superiores a 63 A con tensiones superiores a 42 V, deben estar preparadas para colocar un enclavamiento eléctrico.

Las tomas de corriente deberán ser de material aislante y adicionalmente presentar unos colores característicos para distinguir las diferentes tensiones de servicio. Los colores normalizados son<sup>15</sup>:

Color	Tensión
Violeta	de 20 a 25 voltios
Blanco	de 40 a 50 voltios
Amarillo	de 110 a 130 voltios
Azul	de 220 a 240 voltios
Rojo	de 380 a 440 voltios
Negro	de 500 a 750 voltios

Así mismo, se ha elegido el color verde para frecuencias mayores de 50 Hz - 60 Hz.

No existirán partes bajo tensión en las espigas de las clavijas, de tal manera que en su conexión o desconexión o al manipularlas puedan tocarse partes activas. Las tomas de corriente irán previstas de un interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas

Los conductores y los cables deberán ir de un borne a otro sin empalmes o uniones intermedias.

Cuando los cables se encuentren próximos a partes móviles, éstos deberán de estar sujetos al equipo de forma que se mantenga un espacio de al menos 25 mm entre las partes móviles y los cables. Si esto no es posible, deberán ponerse barreras fijas.

Los sistemas de canalización de cables exteriores a las envolventes deberán estar sujetos rígidamente y alejados de toda parte móvil o contaminante de la máquina.

Las envolventes que no muestren claramente que contienen dispositivos eléctricos deberán estar marcadas con un rayo negro sobre un fondo amarillo dentro de un triángulo negro. Esta señal de advertencia será claramente visible sobre la puerta o cubierta de la envolvente.

La protección de la aparamenta de mando contra la penetración de objetos sólidos extraños y de líquidos deberá ser compatible con las influencias externas bajo las cuales la máquina está destinada a funcionar y deberá ser suficiente contra el polvo, los líquidos refrigerantes y virutas.

## 29. ¿El equipo está protegido contra contactos eléctricos directos e indirectos?

### • Protección frente a los contactos eléctricos directos

Se entiende por contacto eléctrico directo el contacto de personas con partes activas de los materiales y equipos (por ejemplo, cables y mangueras eléctricas). Las medidas a aplicar son esencialmente:

- Alejar los cables y conexiones de lugares de trabajo o paso
- Recubrir las partes en tensión con material aislante
- Utilizar tensiones de seguridad menores a 24V.

Protección mediante barreras o envolventes: las partes activas de los circuitos eléctricos deberán estar en el interior de envolventes, debiendo ofrecer una protección mínima IPXXB. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos.

La apertura de una envolvente sólo será posible:

- a) Mediante la utilización de llave o herramienta para el acceso del personal debidamente cualificado e instruido.

<sup>15</sup> NTP 267: Tomas de corriente para usos industriales

- b) Con el seccionamiento y desconexión de las partes activas emplazadas en la envolvente antes de su apertura.
- c) Si existe una segunda barrera o envolvente con un grado de protección mínima IP2X o IPXXB deberá retirarse con una herramienta o llave.

Protección de las partes activas: consiste en el recubrimiento de las partes activas por medio de un aislamiento el cual, únicamente, puede ser retirado por la destrucción del mismo. No se considerarán a estos efectos aislamientos efectivos las pinturas, barnices, lacas y similares.

#### • **Protección frente a los contactos eléctricos indirectos**

Se entiende por contacto eléctrico indirecto el contacto de personas con masas que accidentalmente se encuentran en tensión (por ejemplo, bancada de una máquina). Debido a la tipología de la maquinaria se puede utilizar principalmente:

- Puesta a tierra: desvía gran parte de la energía que de otra forma pasaría a través del trabajador.
- Interruptor diferencial: aparato de gran precisión que corta la corriente casi en el momento de producirse una derivación hacia la carcasa o masa.

Por corte automático de la alimentación: impedir que tras la aparición de un fallo la tensión de contacto se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar origen a un riesgo. Esto se consigue con la conexión de las masas mediante un conductor de protección a tierra asociado a un dispositivo de corte automático (diferencial).

### **30. ¿Están puestas a tierra las masas en combinación con interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada?**

Los equipos deben estar conectados a tierra y tener asociados interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada (300 mA), con el fin de proteger tanto la instalación eléctrica como a las personas de las derivaciones causadas por falta de aislamiento entre los conductores activos y tierra o masa de los equipos.

El conductor de protección deberá distinguirse claramente por su forma, emplazamiento, marcado o color. El color deberá ser verde y amarillo, utilizado en toda la longitud del conductor.

## **N** Ruidos, vibraciones y radiaciones

### **31. ¿Dispone de medios para limitar la generación, propagación o efectos del ruido, vibraciones y radiaciones?**

Las vibraciones de una máquina se transmiten aumentando el ruido generado por la misma. El empleo de amortiguadores de vibraciones, el asentamiento sobre arena, corcho, etc., puede reducir considerablemente el ruido.

Se pueden adoptar diferentes acciones preventivas para reducir la exposición de los trabajadores al ruido:

- Instalar revestimientos en paredes y techo que absorban el ruido
- Aislar las fuentes de ruido
- Reducir los tiempos de exposición estableciendo turnos de trabajo, evitando el paso por zonas de alta exposición
- Delimitar y señalar las zonas de exposición al ruido
- Utilizar los medios de protección individual contra el ruido
- Informar a los trabajadores del riesgo que supone trabajar con ruido.

A la hora de aislar acústicamente una fuente de ruido se deben considerar dos propiedades de los materiales: absorción sonora y pérdida de transmisión sonora.

Cada material está diseñado para aislar determinadas frecuencias, por lo que para la elección del material más adecuado es recomendable averiguar las bandas de octava de cada máquina. Algunos ejemplos de materiales absorbentes y aislantes y la frecuencia aconsejada son:

<b>Materiales absorbentes y aislantes</b>	<b>Frecuencia</b>
Lámina base de material bituminoso con un estrato de material poroso a partir de fibras textiles	2kHz
Capa elastomérica y un substrato compuesto por fragmentos de caucho	8-350 kHz
Poliuretano expandido absorbente, estrato de material antivibratorio	1-8 kHz
Lámina de plomo recubierta de material absorbente de poliuretano expandido	2-4 kHz
Guata de celulosa	500Hz-4kHz

Habrà de realizarse una medición de ruido y en función de los resultados deberán adoptarse las siguientes medidas:

<b>NIVEL &lt; 80 dB (A)</b>	
<b>1</b>	Evaluación inicial de los puestos existentes.
<b>2</b>	Evaluación inicial de los puestos de nueva creación o modificados.
<b>3</b>	Registrar y archivar resultados de evaluaciones técnicas y controles médicos.
Mantener archivados durante 30 años los datos de las evaluaciones y controles médicos.	

<b>NIVEL &gt; 80 dB (A) y &lt; 85 dB (A)</b>	
<b>1</b>	Evaluación periódica de los puestos existentes cada 3 años.
<b>2</b>	Informar y formar a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas y de los resultados del control auditivo.
<b>3</b>	Suministrar protectores auditivos a quien lo solicite.
<b>4</b>	Control médico inicial a los trabajadores.
<b>5</b>	Control médico periódico a los trabajadores cada 5 años

<b>NIVEL &gt; 85dB (A) y &lt; 90 dB (A)</b>	
<b>1</b>	Evaluación periódica de los puestos existentes cada año
<b>2</b>	Informar y formar a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas y de los resultados del control auditivo
<b>3</b>	Suministrar protectores auditivos a quien lo solicite
<b>4</b>	Control médico inicial a los trabajadores.
<b>5</b>	Control médico periódico a los trabajadores cada 5 años.

<b>NIVEL &gt; 90 dB (A) o &gt; 140 dB (A) de pico</b>	
<b>1</b>	Evaluación periódica de los puestos existentes cada año.
<b>2</b>	Informar y formar a los trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas y de los resultados del control auditivo
<b>3</b>	Suministrar protectores auditivos a todos.
<b>4</b>	Control médico inicial a los trabajadores.
<b>5</b>	Control médico periódico a los trabajadores cada año.
<b>6</b>	Obligar a usar protectores auditivos.
<b>7</b>	Desarrollar un programa de medidas técnicas y organizativas encaminadas a reducir el nivel de ruido.
<b>8</b>	Señalizar la obligación de usar protectores auditivos.
<b>9</b>	Delimitar los puestos de trabajo y restringir el acceso.

Debemos tener en cuenta que simplemente se podrán llevar a cabo estas medidas correctivas si se ha realizado una medición del nivel sonoro, en función de los resultados obtenidos.

A continuación se presentan algunos ejemplos de diferentes actividades y niveles de presión sonora:

<b>Presión (dBA)</b>	<b>Ambientes, actividades, aparatos, situaciones</b>
130	Motor a reacción (a 100 m). Sirena de trasatlántico. Tracas de artificio. Produce sensación dolorosa.
120	Martillo pilón (a 1 m). Remachado de cisternas.
110	Motocicleta a escape libre (a 1 m). Calderería. Manejo de martillo neumático. Sensación insoportable y necesidad de salir de este ambiente.
100	Discoteca. Tejeduría mecánica. Sierra circular. Rebanado. Sirena de coche (a 10 m).
90	Taller mecánico. Imprenta. Túnel de limpieza de coches. Sensación molesta, ruido de fondo incómodo para conversar.
80	Interior del metro. Calle ruidosa. Bar animado. Cadena de montaje.

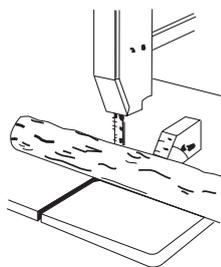
Por otra parte, en el caso de que el equipo emita radiaciones (por ejemplo, horno de secado de UV), éste deberá ir protegido por resguardos que impidan que dichas radiaciones alcancen al trabajador o a las personas presentes en la zona de trabajo. En el caso de que fuera necesaria la supervisión del proceso, estos equipos irán provistos de medios que permitan que dicha supervisión se pueda llevar a cabo de forma segura

### 32. En caso de avance manual de la pieza, ¿existen empujadores, plantillas u otros complementos para realizar esta operación?

Los empujadores, plantillas u otros complementos deben considerarse como medidas complementarias de las protecciones existentes, pero nunca como sustitutorias de las protecciones del equipo. Su utilización es básica en la alimentación manual de piezas pequeñas, así como instrumento de ayuda para el “fin de pasada” en piezas grandes, con el fin de evitar trabajar con las manos en la proximidad de la zona peligrosa (disco de corte...).

El empujador o plantilla deberá ser adecuado a la pieza en cuestión, en caso de que se trabaje con piezas redondas, troncos, palos, etc. Con piezas que no tengan un apoyo seguro y sea por tanto difícil su estabilidad se deben emplear empujadores o plantillas de manera que impidan el giro de la pieza o que ésta se tumbe.

A continuación se presentan algunos ejemplos de estos dispositivos para algunos equipos de trabajo del sector de transformados de la madera:



**Fig.1**  
Dispositivo auxiliar para el corte de piezas redondas en la sierra de cinta



**Fig.2**  
Empujador de fin de pasada para la tupí

### 33. ¿Están construidas con elementos resistentes y la unión de sus elementos es firme?

Las herramientas manuales deberán estar constituidas por materiales de buena calidad; las herramientas de choque serán de acero seleccionado cuidadosamente; si los mangos son de madera dura, deberán ser lisos y sin astillas; deberán estar perfectamente colocados.

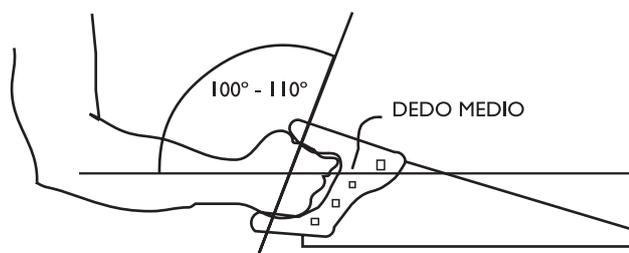
Las herramientas manuales deben emplearse para las operaciones para las que han sido diseñadas.

No se usarán si se observa cabezas aplastadas, con fisuras o rebabas; mangos rajados o recubiertos con alambre; filos mellados o mal afilados.

En trabajos en zonas inflamables serán de materiales que no produzcan chispas y en trabajos eléctricos tendrán el aislamiento necesario.

### 34. ¿Los mangos son de dimensiones adecuadas sin bordes agudos y sin superficies resbaladizas y aislantes en caso necesario?

Deben adaptarse a la postura natural de asiento de la mano. Deben tener forma de un cilindro o un cono truncado e invertido, o eventualmente una sección de una esfera. La transmisión de esfuerzos y la comodidad en la sujeción del mango mejora si se obtiene una alineación óptima entre el brazo y la herramienta. Para ello el ángulo entre el eje longitudinal del brazo y el del mango debe estar comprendido entre 100° y 110°.



Las formas más adecuadas son los sectores de esferas, cilindros aplanados, curvas de perfil largo y planos simples.

El diámetro debe oscilar entre 25 y 40 mm. La longitud más adecuada es de unos 100 mm.

Las superficies más adecuadas son las ásperas pero romas. Todos los bordes externos de una herramienta que no intervengan en la función y que tengan un ángulo de 135° o menor deben ser redondeados, con un radio de, al menos, 1 mm<sup>16</sup>.

## O Rotura y proyección de la herramienta de trabajo

### 35. ¿La herramienta de trabajo está realizada con materiales de buena calidad y sin defectos, y es adecuada al trabajo a realizar?

Se adquirirán herramientas de trabajo o mecanizado de empresas fabricantes reconocidas en el sector. Se dispone de información técnica proporcionada por los fabricantes, suministradores, etc. de los ensayos realizados a las herramientas antes de su comercialización.

No se deben utilizar herramientas sometidas a reparaciones con soldadura, ni se utilizarán las que presentan fisuras o puntos iniciales de rotura.

Las herramientas utilizadas serán las específicas para cada tipo de máquina y no se usarán herramientas no concebidas para los trabajos a realizar.

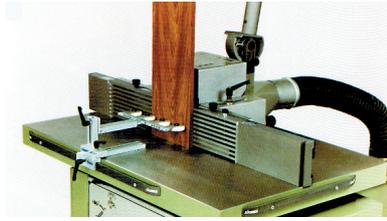
## P Retroceso y proyección de la madera

### 36. Cuando la pieza a mecanizar debe estar fija, ¿la sujeción a la mesa de trabajo se realiza con la ayuda de prensos adecuados?

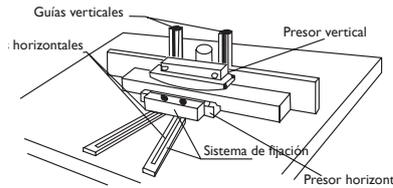
Deben existir y utilizarse prensos seccionados graduables, con lo que todas las piezas de madera, de gruesos diferentes, puedan quedar sujetas con el fin de evitar retrocesos por vetas, nudos, etc., proyección de piezas, y permitir que las manos estén alejadas del punto de operación en todo momento.

Se presenta este riesgo cuando se pasan simultáneamente piezas de distinto grosor, ya que, sobre todo si la diferencia es grande, el travesaño de presión no ejerce presión alguna sobre las de menor espesor y estas piezas, al entrar en contacto con la herramienta de mecanizado, son proyectadas violentamente hacia atrás.

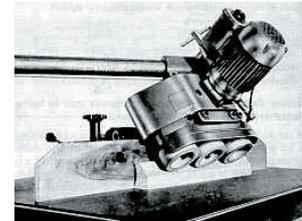
<sup>16</sup> NTP 391: Herramientas manuales (I): condiciones generales de seguridad



**Fig.1**  
Rodillos de presión



**Fig.2**  
Presores fijos



**Fig.3**  
Alimentador automático

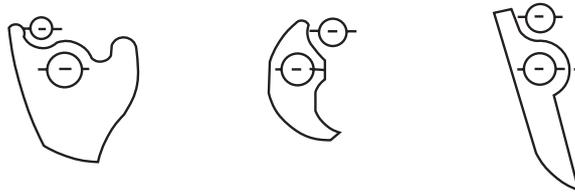
Es recomendable el uso de sistemas de presión o sujeción mecánica de la pieza en las proximidades de la zona de mecanizado; de esta forma se evita el uso de la mano del operario para mantener la presión en la zona y el consiguiente riesgo de contacto en caso de movimiento o rechazo de la pieza.

El uso del alimentador automático (aplicable a diversas máquinas: tupí, cepilladora, sierra de cinta, escuadradora, etc.) requiere unos controles periódicos del estado de los rodillos de arrastre para garantizar unas adecuadas condiciones de adherencia a la pieza.

Otra forma de garantizar una posición adecuada de la pieza durante el mecanizado evitando el uso de las manos es el empleo de guías longitudinales. Son elementos sencillos consistentes en listones de madera sujetos a la mesa y/o a la guía, paralelamente al avance de la pieza. Forman una especie de pasillo o túnel que evita el desplazamiento transversal. Cuanto mayor sea el tamaño de las guías mayor será el grado de protección. Habitualmente las guías se fijan mediante gatos, aunque se recomienda fijar mediante tornillos a la mesa, comprobando en cualquier caso su firmeza antes de comenzar el trabajo (únicamente aplicable para piezas rectas con desplazamiento longitudinal).

### 37. ¿El equipo está dotado con algún sistema específico antirretroceso de la madera?

Para evitar que la pieza rechazada pueda salir proyectada violentamente hacia atrás, dependiendo de la máquina puede existir un eje provisto de lengüetas oscilantes. Estas lengüetas están orientadas de modo que permitiendo el paso de la madera que se alimenta, oprimen fuertemente contra la mesa a las que van en sentido opuesto en caso de salir proyectadas hacia atrás. Su espesor debe estar comprendido entre 8 y 15 mm y el intervalo de separación entre cada una de ellas debe ser como máximo de 5 mm.



Diferentes diseños de lengüetas antirretroceso

Deben volver a su posición original por el efecto de su propio peso; unos topes impedirán su rotación completa alrededor del eje<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> NTP 130: Regruesadora