AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.152

Sembradoras: seguridad

Seed drills: Safety
Semoirs: Sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Rafael Cano Gordo
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST

Gregorio L. Blanco Roldán
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DE MONTES. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Esta NTP recoge, de forma resumida, los peligros significativos, los requisitos de seguridad y las medidas de reducción del riesgo y de protección en relación con las sembradoras, tomando como referencia el contenido de la norma UNE-EN ISO 4254-9. Para mayor información se recomienda la consulta de dicha norma.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Las sembradoras son máquinas destinadas a colocar semillas en el terreno, bien sobre toda la superficie, bien en líneas equidistantes, sin dañarlas y a una profundidad uniforme.

En función del sistema de distribución de las semillas, las sembradoras pueden clasificarse de la siguiente forma:

a) Sembradoras a voleo. Las semillas contenidas en la tolva son distribuidas de forma aleatoria sobre toda la superficie del suelo mediante uno o dos discos giratorios.
b) Sembradoras en líneas o a chorrillo. Distribuyen la semilla de forma continua sobre cada una de las líneas (hileras) que van realizando sobre el terreno mediante unos elementos de corte (figuras 1a y 1b).
c) Sembradoras a golpes. Colocan grupos de semillas en líneas pero de forma intermitente, así las semillas quedan separadas entre sí una distancia constante.
d) Sembradoras monograno (sembradoras de precisión). Distribuyen una sola semilla por golpe (figura 1c).

En función del sistema de cultivo, se pueden distinguir las sembradoras convencionales y las sembradoras de siembra directa. Estas últimas incorporan unos elementos que permiten cortar o apartar el residuo de la cosecha anterior y abrir las líneas de siembra en un suelo no labrado.

La circulación de las semillas puede efectuarse por gravedad o mediante transporte neumático debido a la corriente de aire generada por un ventilador.

La comercialización de las sembradoras, al ser consideradas equipos intercambiables, está sujeta a las disposiciones contenidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (transpuesta por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas). La evaluación de riesgos que debe realizar el fabricante permite determinar los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables al diseño del tipo de máquina.

De forma general, la norma UNE-EN ISO 12100 establece los principios generales a considerar en el diseño de máquinas, mientras que la norma UNE-EN ISO 4254-1 especifica los requisitos generales de seguridad que se aplican a la maquinaria agrícola.

De forma específica, la norma UNE-EN ISO 4254-9 está referida a las sembradoras suspendidas, semisuspendidas, remolcadas y autopropulsadas, incluyendo la función de siembra de las máquinas que combinan siembra y fertilización y las sembradoras con elementos para el trabajo del suelo accionados, integrados e inseparables. Esta norma debe utilizarse junto con la norma UNE-EN ISO 4254-1.

El cumplimiento de las especificaciones de estas normas confiere la presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables a las sembradoras.

Las normas citadas pueden servir de referencia al empresario con ocasión de la gestión de compra de la máquina o durante el procedimiento de evaluación de riesgos para verificar el cumplimiento del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Las máquinas diseñadas únicamente para la distribución de fertilizantes sólidos son objeto de la norma UNE-EN ISO 4254-8 (véase NTP 1.153).

Las máquinas para el trabajo del suelo con elementos accionados son tratadas en la norma UNE-EN ISO 4254-5 (véase NTP 1.140).

2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO

En líneas generales, las sembradoras constan de los siguientes componentes: bastidor (estructura soporte de los componentes de la máquina), tolva, agitadores, mecanismo de distribución, caja de velocidades, elementos de apertura del surco y de enterrado y trazadores.

La tolva es un depósito que contiene las semillas de la siembra. Dispone de agitadores y de un mecanismo de distribución en su base. Algunas sembradoras incluyen tolvas complementarias para fertilizantes y productos fitosanitarios.

Los agitadores permiten la regularidad en la alimentación al evitar la formación de bóvedas en el interior de la masa granular a la entrada del mecanismo de distribución.

En el caso de sembradoras en líneas, el mecanismo de distribución es el encargado del reparto homogéneo de la semilla a una dosis determinada y de su circulación a través de los conductos de descarga que la depositan en el suelo. Está formado por rotores intercambiables que giran a una velocidad proporcional a la velocidad de avance por la acción de una rueda motriz que está apoyada en el suelo durante el trabajo de siembra. La selección de la dosis de siembra tiene lugar en la caja de velocidades, que permite la regulación de la velocidad de giro de los rotores distribuidores. En función del tipo de sembradora, los órganos de distribución más frecuentes son discos giratorios (voleo), rodillos acanalados (chorrillo) y discos con alveolos (golpes y monograno).

Los elementos de apertura del surco y de enterrado permiten abrir el suelo, utilizando rejas o discos, y enterrar la semilla mediante discos, ruedas o rastras.

Además, las sembradoras también están provistas de trazadores (marcadores) que permiten guiar al operador durante el trabajo y borradores de rodada (eliminan el apelmazamiento provocado por las ruedas al sembrar).

Figura 1a. Sembradora en líneas.

Figura 1b. Sembradora en líneas con tolva central.

Figura 1c. Sembradora de precisión.

3. PELIGROS SIGNIFICATIVOS

El anexo A de la norma UNE-EN ISO 4254-9 contiene una lista de peligros identificados como significativos y que requieren acciones específicas en el diseño para la eliminación o reducción del riesgo.

Estos peligros han sido considerados predecibles cuando las sembradoras son utilizadas en las condiciones previstas por el fabricante. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

1. Peligros mecánicos debidos al cierre de la tapadera de la tolva.
2. Peligros mecánicos durante la calibración de la máquina debido a la ubicación del operador.
3. Peligros mecánicos en el ventilador y los agitadores.
4. Peligros debidos al ruido generado por el ventilador y el dispositivo de siembra.
5. Peligros debidos al contacto con semillas.
6. Sobreesfuerzos y posturas forzadas debidos al acceso no ergonómico a la zona de carga y a la tolva.
7. Peligros relacionados con deficiencias en el diseño, localización e identificación de los órganos de acionamiento manual.
8. Atrapamiento en los elementos de transmisión que quedan al descubierto por errores en el montaje de las unidades de siembra.
9. Deslizamiento, tropiezo y caída desde la máquina o durante el acceso a la zona de carga.

Sin embargo, la norma UNE-EN ISO 4254-9 no contempla los peligros derivados de:

- Los fenómenos electrostáticos.
- La influencia exterior sobre equipos eléctricos.
- Los fallos en la fuente de energía.
- Los fallos o mal funcionamiento del sistema de mando.
- La visibilidad inadecuada desde el puesto del operador o de conducción.
- Los componentes relacionados con la función de desplazamiento (fuente de energía, frenado, etc.).
- La rotura de elementos que giran a gran velocidad.
- Los equipos para la carga de semillas y fertilizantes.
- Las partes móviles de la transmisión de potencia, excepto la resistencia de los resguardos.
- Los peligros medioambientales (excepto el ruido) que son tratados en las normas UNE-EN 13740-1 y UNE-EN 13740-2.
- Las operaciones de mantenimiento y reparación llevadas a cabo por personal del servicio técnico.

No obstante, para estos peligros no contemplados en la norma UNE-EN ISO 4254-9 deben tenerse en cuenta los requisitos esenciales de seguridad y salud

del anexo I de la Directiva 2006/42/CE, transpuesta por el Real Decreto 1644/2008, y las normas armonizadas que pudieran ser aplicables.

Los requisitos de seguridad y la información para la utilización en relación con el eje cardánico y su resguardo pueden consultarse en la norma UNE-EN 12965. Los elementos móviles para transmisión de potencia situados en la máquina deben estar protegidos mediante resguardos.

4. REQUISITOS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO Y DE PROTECCIÓN

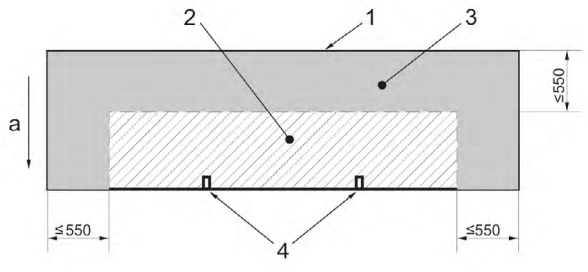
El apartado 4 de la norma UNE-EN ISO 4254-9 contiene los requisitos de seguridad y las medidas de reducción del riesgo y de protección aplicables en el diseño de las sembradoras, que se presentan a continuación de forma resumida y no exhaustiva.

4.1. Órganos de accionamiento

Este apartado está referido a los requisitos que deben cumplir los órganos de accionamiento manual utilizados para efectuar las regulaciones de las sembradoras con el fin de evitar los peligros relacionados con deficiencias en su diseño, localización e identificación.

Para el caso de sembradoras diseñadas para ir montadas en la parte trasera de las máquinas para el trabajo del suelo con elementos accionados (rotocultores), dichos requisitos son los siguientes:

- Las regulaciones deben realizarse con la máquina parada.
- Los órganos de accionamiento manual deben estar situados de tal forma que el operador no necesite colocarse en la parte delantera de la máquina o en una zona de peligro para accionarlos. Para ello, los órganos de accionamiento manual accesibles para un operador que esté de pie sobre el suelo deben estar situados en el área permitida (sombreada) que se muestra en la figura 2a.



Leyenda:

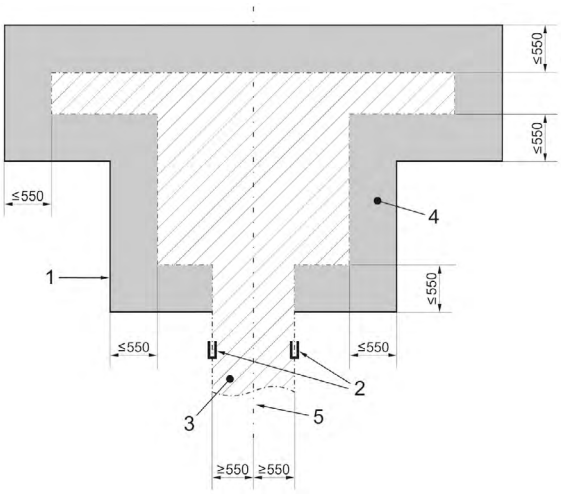
1 Límite exterior de la sembradora.
2 Área de exclusión (rayada).
3 Área permitida (sombreada).
4 Puntos de enganche inferiores de la máquina, en su caso.
a Dirección de avance

Dimensiones en milímetros

Figura 2a. Ubicación de los órganos de accionamiento manual para sembradora montada en la parte trasera del rotocultor.

Cuando no es aplicable el caso anterior (sembradoras independientes), los órganos de accionamiento manual para las regulaciones deben cumplir los siguientes requisitos:

- Las regulaciones deben realizarse con la máquina parada.
- Los órganos de accionamiento manual accesibles de la máquina para un operador que esté de pie sobre el suelo deben estar situados en el área permitida (sombreada) que se muestra en la figura 2b.



Leyenda:

1 Límite exterior de la sembradora.
2 Puntos de enganche inferiores.
3 Área de exclusión (rayada).
4 Área permitida (sombreada).
5 Eje de simetría.

Dimensiones en milímetros

Figura 2b. Ubicación de los órganos de accionamiento manual para sembradora.

4.2. Tolvas

Si la tolva está provista de una tapadera cuya masa es mayor de 10 kg, deben proporcionarse medios para sujetar la tapadera a la tolva; dicha tapadera debe estar provista de una o dos asas diseñadas de forma adecuada y claramente identificadas (por ejemplo, por su forma o color).

Los componentes móviles situados en el interior de la tolva, tales como agitadores o tornillos sinfín, deben estar protegidos de alguna de las siguientes formas:

- Un resguardo fijo (según las normas UNE-EN ISO 12100 y UNE-EN ISO 14120).
- Un resguardo móvil que permanece unido a la máquina cuando está abierto (por ejemplo, mediante bisagras) y se bloquea automáticamente en posición cerrada sin requerir el uso de una herramienta y que necesita una herramienta para ser abierto.
- Una combinación de resguardo fijo y móvil. Si se utiliza una rejilla, su ubicación y sus aberturas deben estar de acuerdo con las distancias de seguridad dadas en la norma UNE-EN ISO 13857.

– Un resguardo que provoca la parada del accionamiento de los componentes móviles cuando se abre o se retira y evita el inicio del movimiento cuando está abierto.

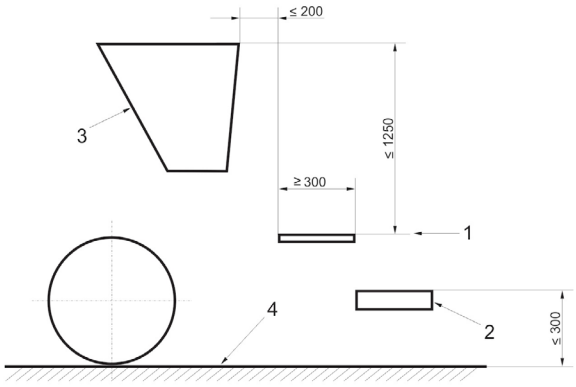
Para el caso de operaciones específicas (calibración del caudal, vaciado de residuos, limpieza, etc.), la puesta en marcha de los componentes móviles debe ser posible sólo si existen medidas de seguridad adicionales, tales como limitación de velocidad o mando de acción mantenida.

Si el fabricante recomienda el uso de un rastrillo de mano para facilitar el llenado o eliminar atascos, debe estar prevista una ubicación para su almacenamiento situada en el área de llenado de la máquina.

4.3. Acceso a la zona de carga

La zona de carga debe ser fácilmente accesible de forma que el operador no tenga que pasar por encima de componentes de la máquina o subirse a ellos con el fin de alcanzar los medios de acceso. De esta forma quedarán eliminados los peligros de deslizamiento, tropiezo o caída, así como los sobresfuerzos y las posturas forzadas durante el acceso a la zona de carga y a la tolva.

La altura para llevar a cabo el proceso de carga no debe ser mayor de 1.250 mm (distancia vertical medida entre el borde superior de la tolva en la zona de carga y la superficie del suelo o de la plataforma). La figura 3 muestra la disposición de la zona de carga.



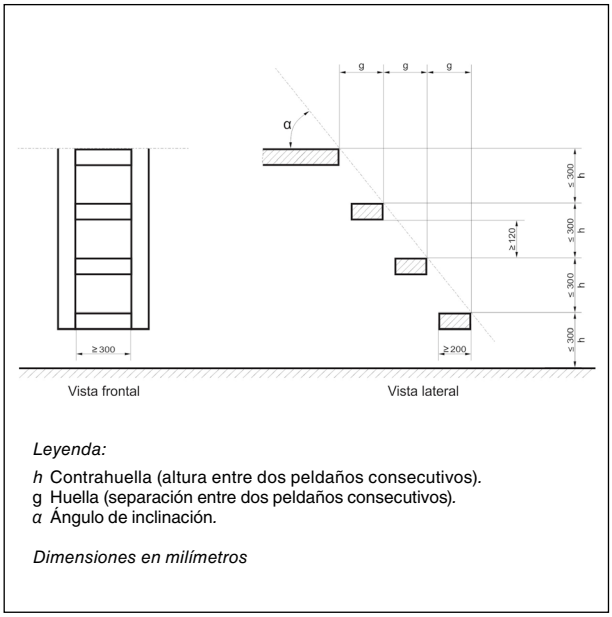
Leyenda:

1 Plataforma.
2 Peldaño.
3 Tolva.
4 Suelo.

Dimensiones en milímetros

Figura 3. Zona de carga.

Si la altura de la plataforma respecto al suelo es superior a 300 mm, debe existir un medio de acceso cuya inclinación (ángulo α) respecto de la horizontal sea menor de 70° (figuras 4a y 4b). La distancia vertical entre el escalón inferior y el suelo no debe ser mayor de 300 mm y debe tener un fácil acceso. Los escalones deben tener una profundidad mínima de 200 mm y una anchura mínima de 300 mm. Para sembradoras monograno, la anchura mínima del escalón es de 240 mm.



Leyenda:

h Contrahuella (altura entre dos peldaños consecutivos).
g Huella (separación entre dos peldaños consecutivos).
α Ángulo de inclinación.

Dimensiones en milímetros

Figura 4a. Medios de acceso a la zona de carga.

Figura 4b. Plataforma, escalera y pasamanos para acceso a la tolva.

Los medios de acceso a una plataforma ubicada a más de 1.200 mm del suelo deben estar provistos de, al menos, un pasamanos o de asideros convenientemente situados.

El extremo inferior del pasamanos o del asidero debe estar situado a una distancia horizontal máxima de 400 mm desde el borde del primer escalón.

La plataforma debe ser continua, salvo que la configuración de la sembradora requiera que esté dividida en varias partes. Si la plataforma es más estrecha que la tolva, deben proporcionarse elementos que indiquen al operador el final de la plataforma.

Los elementos móviles de la plataforma o de los medios de acceso no deben entrar en contacto con ejes de transmisión de potencia o con otros elementos accionados.

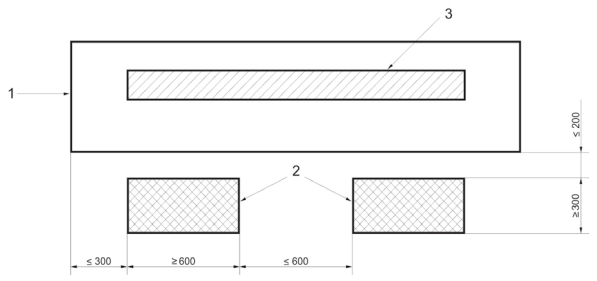
La plataforma debe tener una anchura mínima de 450 mm, una profundidad mínima de 300 mm y un área mínima de 0,18 m^2 (figuras 5 y 6), excepto para las sembradoras con tolva central y componentes que res-

tringen la anchura posible de la plataforma. Para estas sembradoras, la anchura mínima debe ser de 240 mm y la profundidad mínima de 600 mm (figura 7). El número mínimo de plataformas depende de la anchura de la tolva. Debe existir al menos una plataforma central si la anchura de la abertura de la tolva es menor o igual a 1.500 mm y al menos dos plataformas si la anchura de la abertura de la tolva es mayor de 1.500 mm.

Las figuras 5, 6 y 7 indican las dimensiones de las plataformas en milímetros.

La distancia entre el borde de la tolva y el plano vertical que pasa por el borde de la plataforma no debe ser mayor de 200 mm.

Un pasamanos o unos asideros deben estar situados entre la tolva y la plataforma. Estos elementos pueden ser parte integrante de la tolva si están convenientemente diseñados.

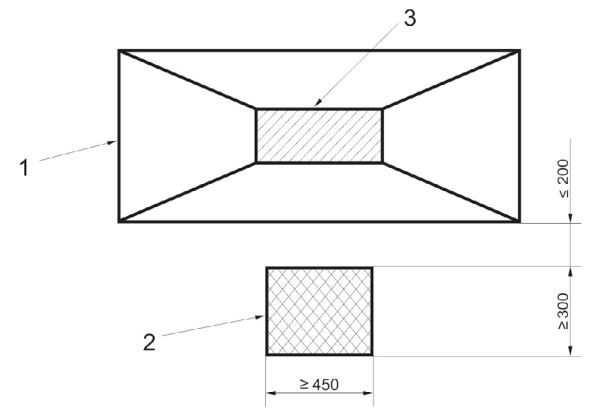


Leyenda:

1 Tolva.
2 Plataforma.
3 Área del dispositivo de dosificación.

Dimensiones en milímetros

Figura 5. Sembradoras con tolva para carga y nivelación en toda su anchura.

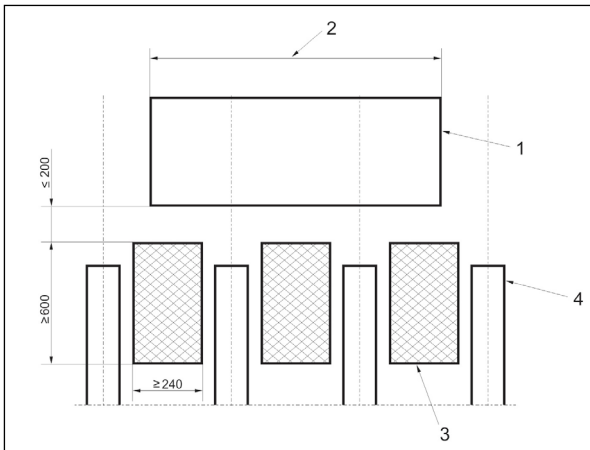


Leyenda:

1 Tolva.
2 Plataforma.
3 Área del dispositivo de dosificación.

Dimensiones en milímetros

Figura 6. Sembradoras con tolva para carga centralizada.



Leyenda:

1 Contorno de abertura de la tolva.
2 Anchura de la tolva.
3 Plataforma.
4 Unidad de siembra.

Dimensiones en milímetros

Figura 7. Sembradoras con tolva central.

4.4. Sembradoras monograno

En este tipo de sembradora, los elementos de transmisión de potencia accionados por una rueda en contacto con el suelo y situados en las unidades de siembra exteriores deben estar protegidos por su parte exterior. Los elementos de transmisión de potencia no accionados de la forma descrita anteriormente deben estar protegidos si están situados a una distancia inferior a 850 mm desde el borde exterior de la máquina o de la plataforma.

Si las unidades de siembra son intercambiables, el manual de instrucciones debe especificar que sólo aquellas unidades con elementos de transmisión de potencia protegidos deben situarse en los laterales de la sembradora.

4.5. Ventilador

En las sembradoras neumáticas, el ventilador debe estar colocado o protegido para evitar los peligros mecánicos de tal forma que cuando la máquina esté funcionando, no sea posible arrastrar o descargar materiales extraños que puedan herir al operador (figura 8).

El acceso a los elementos giratorios del ventilador debe impedirse mediante resguardos fijos, teniendo en cuenta que las distancias de seguridad deben estar de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 13857.

Figura 8. Ventilador de una sembradora neumática.

4.6. Sistema de calibración del caudal

Si la sembradora está provista de este sistema, debe ser posible que el operador pueda utilizarlo sin necesidad de colocarse debajo de la máquina durante el ensayo de calibración y mientras las semillas están depositándose o la máquina está funcionando, para no estar expuesto a peligros mecánicos.

5. INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN

El apartado 6 de la norma UNE-EN ISO 4254-9 proporciona información referida al contenido del manual de instrucciones y al marcado de las sembradoras.

5.1. Manual de instrucciones

El contenido del manual de instrucciones debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los peligros resultantes de la combinación, asociación o acoplamiento de equipos, en particular con máquinas para el trabajo del suelo.
- La ubicación y funcionamiento de los órganos de accionamiento de las unidades de siembra individuales.
- La advertencia de que nadie debe permanecer cerca de la máquina cuando se está desplazando (en particular deben ser resaltados los peligros asociados al contacto con los trazadores).
- El riesgo de contacto involuntario con líneas eléctricas aéreas donde éste sea posible mientras se trabaja (por ejemplo, debido a la existencia de desniveles del terreno o al uso de componentes móviles y giratorios) requiere la realización de una evaluación de riesgos previa al comienzo de cualquier operación de siembra en la zona donde vaya a trabajar la máquina.
- El plegado y el desplegado de componentes debe llevarse a cabo únicamente en aquellas zonas donde no existan líneas eléctricas aéreas.
- Los peligros provocados por los componentes móviles situados en la tolva.
- Los procedimientos seguros para llevar a cabo las regulaciones, calibraciones y carga.
- El operador debe evitar llevar puesta una ropa holgada que pudiera quedar atrapada en los elementos móviles.
- Las condiciones de uso para prevenir que se produzcan atascos (por ejemplo, evitar el uso de semillas húmedas).
- Los peligros asociados a la eliminación de atascos y los procedimientos a seguir (por ejemplo, atascos en las rejas o discos).
- La utilización de rastrillos de mano.
- La necesidad de seguir los consejos referidos a la manipulación manual de cargas pesadas y los procedimientos correctos para manejar y levantar sacos.
- Los peligros durante la retirada y la recolocación de las unidades de siembra y las instrucciones a seguir para su manipulación.
- La indicación de cuáles son las unidades de siembra que deben ser colocadas en los laterales de la máquina cuando se trata de unidades de siembra intercambiables.
- La indicación de que las personas no deben subirse a la máquina mientras está funcionando.
- La necesidad de utilizar los equipos de protección individual cuando sea necesario.

5.2. Señalización

Las sembradoras deben incorporar señales de advertencia que indiquen:

- El peligro de estar subido en una máquina que está en movimiento. Esta advertencia debería estar colocada cerca de los medios de acceso, cuando existan.
- Los peligros provocados por los elementos móviles, incluyendo los agitadores en el interior de la tolva.

BIBLIOGRAFÍA

Ortiz-Cañavate, J., 2003. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Márquez, L., 2004. Maquinaria agrícola. Ed. B & H Editores. Madrid.

NORMATIVA

Legal

Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (BOE de 11 de octubre).

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE de 7 de agosto).

Técnica

UNE-EN ISO 12100:2012
Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

UNE-EN ISO 4254-1:2016
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN ISO 4254-5:2020
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 5: Equipos para el trabajo del suelo con elementos accionados.

UNE-EN ISO 4254-8:2018
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 8: Distribuidores de fertilizantes sólidos.

UNE-EN ISO 4254-9:2020
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 9: Sembradoras.

UNE-EN 13740-1:2004
Maquinaria agrícola. Distribuidores en líneas de fertilizantes sólidos. Protección medioambiental. Parte 1: Requisitos.

UNE-EN 13740-2:2004
Maquinaria agrícola. Distribuidores en líneas de fertilizantes sólidos. Protección medioambiental. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12965:2004+A2:2009
Tractores y maquinaria agrícola y forestal. Ejes de transmisión de potencia a cardan y sus protecciones. Seguridad.

UNE-EN ISO 14120:2016
Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.

UNE-EN ISO 13857:2020
Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.153

Abonadoras: seguridad

Solid fertilizer distributors: safety
Distributeurs d'engrais solide: sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Rafael Cano Gordo
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST

Gregorio L. Blanco Roldán
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DE MONTES. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Esta NTP recoge, de forma resumida, los peligros significativos, los requisitos de seguridad y las medidas de reducción del riesgo y de protección, así como la información para la utilización, en relación con las abonadoras, tomando como referencia el contenido de la norma UNE-EN ISO 4254-8. Para mayor información se recomienda la consulta de dicha norma.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta, es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Las abonadoras son máquinas destinadas a la distribución de fertilizantes minerales sólidos (en adelante, fertilizante) sobre la superficie del suelo o en el cultivo.

Según la forma de distribución del fertilizante, las abonadoras pueden clasificarse de la siguiente forma:

a) Abonadoras por gravedad: aquellas que distribuyen el fertilizante al dejarlo caer (efecto de la gravedad) sobre la superficie del suelo o en el cultivo. Se caracterizan porque su anchura de trabajo es aproximadamente igual a la anchura de la máquina.
b) Abonadoras por proyección (abonadoras centrífugas): aquellas que distribuyen el fertilizante al proyectarlo (efecto de la fuerza centrífuga) sobre la superficie del suelo o en el cultivo. Se caracterizan porque su anchura de trabajo es mayor que la anchura de la máquina (figura 1).
c) Abonadoras en líneas (abonadoras localizadoras): aquellas que distribuyen el fertilizante localizándolo en una banda estrecha junto a la línea de cultivo (figura 2). Su anchura de trabajo es aproximadamente igual a la anchura de la máquina

Figura 1. Abonadora por proyección.

Figura 2. Abonadora en líneas.

La comercialización de las abonadoras, al ser consideradas equipos intercambiables, está sujeta a las disposiciones contenidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (transpuesta por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas). La evaluación de riesgos que debe realizar el fabricante permite determinar los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables al diseño del tipo de máquina.

De forma general, la norma UNE-EN ISO 12100 establece los principios generales a considerar en el diseño de máquinas, mientras que la norma UNE-EN ISO 4254-1 especifica los requisitos generales de seguridad que se aplican a la maquinaria agrícola.

De forma específica, la norma UNE-EN ISO 4254-8 está referida a las abonadoras suspendidas, semisuspendidas, remolcadas y autopropulsadas, incluidas las accionadas por un motor auxiliar. Pero no es aplicable a las máquinas que combinan siembra y fertilización, las máquinas para la distribución de plaguicidas granulados, las abonadoras con conductor a pie y las abonadoras de mochila.

El cumplimiento de las especificaciones de estas normas confiere la presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables a las abonadoras.

Además, pueden servir de referencia al empresario con ocasión de la gestión de compra de la máquina o durante el procedimiento de evaluación de riesgos para verificar el cumplimiento del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO

En líneas generales, las abonadoras constan de los siguientes componentes: bastidor (estructura soporte de los componentes de la máquina), tolva, agitadores, mecanismo de dosificación y dispositivos de distribución.

El bastidor está adaptado para el acoplamiento de la máquina, de forma suspendida, al enganche tripuntal del tractor y su accionamiento por la toma de fuerza (figura 3). Cuando se requieren grandes capacidades, se pueden usar abonadoras con estructura semisuspendida, incluso vehículos autopropulsados.

La tolva es el depósito que contiene el fertilizante (figura 4). Las abonadoras por gravedad tradicionales están provistas de una tolva transversal que abarca toda la anchura de trabajo de la máquina y que descarga el fertilizante mediante dosificadores regulables colocados a lo largo de toda su anchura. Otras abonadoras por gravedad, denominadas abonadoras de gran superficie, constan de una tolva central y una barra de distribución plegable cuya anchura es mucho mayor que la anchura de la tolva.

En las abonadoras centrífugas más utilizadas, la tolva presenta una forma cónica o piramidal, formada por uno o dos senos, que permite el flujo del fertilizante por gravedad hacia los dispositivos de distribución. Está provista, en la parte superior, de una rejilla que retiene y rompe los aglomerados de fertilizante. En el fondo, se disponen los agitadores (figura 5), que mueven constantemente el fertilizante permitiendo la regularidad en la alimentación al evitar la formación de bóvedas en el interior de la masa granular, y el mecanismo de dosificación, consistente en una trampilla regulable que puede tener forma de rectángulo, trapecio o redondeada. El mecanismo de dosificación controla el caudal de fertilizante hacia los dispositivos de distribución mediante palanca o telemando que responde a las órdenes del operador o a la acción de un sistema de control retroalimentado que actúa en función de la variación de la velocidad de avance de la máquina (figura 6).

Figura 3. Enganche para acoplamiento al tractor y eje de transmisión de potencia.

Figura 4. Tolva provista de rejilla.

Figura 5. Agitador.

Figura 6. Palanca del mecanismo de dosificación.

Los dispositivos de distribución permiten clasificar las abonadoras centrífugas en dos tipos: de discos y pendulares. En las primeras, que son las más empleadas, la distribución se realiza mediante uno o dos discos rotatorios (figura 7), sobre los que se disponen unas paletas, accionados por la toma de fuerza del tractor con una trans-

misión de piñones y reenvío de ángulo, aunque también pueden serlo por un motor hidráulico. Las partículas de fertilizante caen sobre el disco rotatorio y son lanzadas a lo largo de las paletas por la acción de la fuerza centrífuga. Las paletas pueden ser intercambiables o regulables tanto en longitud como en orientación según el tipo de fertilizante y la anchura de trabajo deseada. En las abonadoras pendulares, la distribución se realiza mediante un tubo dotado de un movimiento oscilatorio (figura 8).

En las abonadoras por gravedad, los dispositivos de distribución pueden ser tornillos sin fin o cadenas.

Figura 7. Discos rotatorios con paletas.

Figura 8. Tubo oscilante.

3. PELIGROS SIGNIFICATIVOS

El anexo A de la norma UNE-EN ISO 4254-8 contiene una lista de peligros identificados como significativos y que requieren acciones específicas en el diseño para la eliminación o reducción del riesgo.

Estos peligros han sido considerados predecibles cuando las abonadoras son utilizadas en las condiciones previstas por el fabricante. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

1. Peligros mecánicos debidos al contacto con los componentes móviles y giratorios, los agitadores, los componentes de alimentación y de distribución.
2. Peligros mecánicos durante el desmontaje de los componentes de distribución.
3. Peligros mecánicos originados por la pérdida de estabilidad de la máquina en el estacionamiento.
4. Peligros mecánicos durante la calibración del caudal de la máquina debido a la ubicación del operador.
5. Peligros debidos al ruido generado por los componentes de distribución.
6. Peligros eléctricos debidos al contacto de los componentes móviles y giratorios con líneas eléctricas aéreas o a su proximidad a dichas líneas.
7. Peligros debidos a la proyección de fertilizante.
8. Sobreesfuerzos y posturas forzadas durante el acceso a la zona de carga y a la tolva o con ocasión de la comprobación del contenido de la tolva o del desmontaje de los componentes de distribución.
9. Peligros debidos a la proyección de elementos integrantes de los componentes de distribución y de fertilizante.
10. Deslizamiento, tropiezo y caída durante el acceso a la zona de carga o la comprobación del contenido de la tolva.

Sin embargo, la norma UNE-EN ISO 4254-8 no contempla los peligros derivados de:

- La iluminación inadecuada de la zona de trabajo.
- La visibilidad inadecuada desde el puesto del operador o de conducción.
- Los asientos inadecuados.
- Las funciones de desplazamiento (fuente de energía, frenado, etc.).
- El vuelco.
- Los equipos utilizados para la carga de fertilizante en la máquina.
- Los motores auxiliares.
- Los elementos móviles de la transmisión de potencia, excepto la resistencia de los resguardos y barras distanciadoras.
- Los peligros medioambientales (excepto el ruido).
- Las operaciones de mantenimiento y reparación llevadas a cabo por personal del servicio técnico.

No obstante, para estos peligros no contemplados en la norma UNE-EN ISO 4254-8 deben tenerse en cuenta los requisitos esenciales de seguridad y salud del anexo I de la Directiva 2006/42/CE, transpuesta por el Real Decreto 1644/2008, junto con las normas armonizadas que pudieran ser aplicables.

Los requisitos de seguridad y la información para la utilización en relación con el eje cardánico y su resguardo pueden consultarse en la norma UNE-EN 12965. Los elementos móviles para transmisión de potencia situados en la máquina deben estar protegidos mediante resguardos.

4. REQUISITOS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO Y DE PROTECCIÓN

El apartado 4 de la norma UNE-EN ISO 4254-8 contiene los requisitos de seguridad y las medidas de reducción del riesgo y de protección aplicables en el diseño de las abonadoras, que se presentan a continuación de forma resumida y no exhaustiva.

4.1. Protección frente al contacto involuntario con los componentes de distribución

Las máquinas deben estar diseñadas o protegidas de forma que se impida cualquier contacto involuntario con los discos

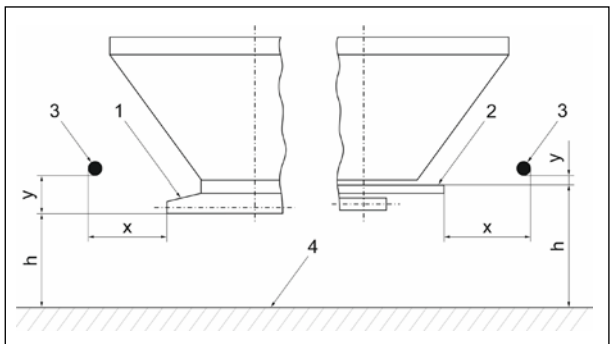
rotatorios o los tubos oscilantes en las partes delantera y trasera y en los laterales mediante, por ejemplo, una barra distanciadora o un elemento de la máquina (figura 9). Este requisito no es aplicable a las abonadoras cuyos componentes de distribución son accionados por una rueda en contacto con el suelo.

Figura 9. Protección de los componentes de distribución mediante barra distanciadora.

La altura de trabajo de la máquina, definida como la distancia vertical entre el suelo y el componente de distribución, determina la posición relativa de la barra distanciadora respecto al componente de distribución, es decir, la distancia horizontal (x) y la distancia vertical (y). Estas distancias dependerán del solapamiento (distancia horizontal entre el lateral de la tolva y la trayectoria de desplazamiento del extremo del componente de distribución).

Pueden presentarse dos situaciones:

a) Máquinas cuya altura de trabajo máxima sea inferior a 1.500 mm. Deben estar provistas de una barra distanciadora situada por encima de los componentes de distribución. A su vez, pueden presentarse dos casos:
   – Sin solapamiento. La posición de la barra distanciadora viene reflejada en la figura 10 y tabla 1.



Leyenda:
1 Componente de distribución (distribuidor oscilante)
2 Componente de distribución (distribuidor rotatorio)
3 Barra distanciadora
4 Suelo
h Altura de trabajo máxima
x Distancia horizontal entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora
y Distancia vertical entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora

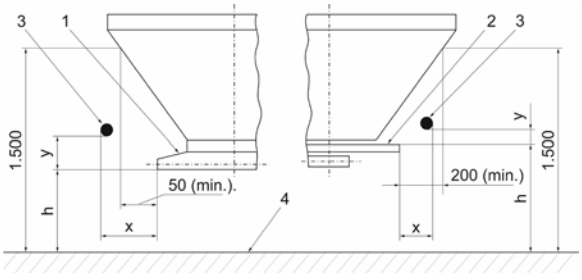
Figura 10. Protección de las máquinas cuya altura de trabajo es inferior a 1.500 mm mediante una barra distanciadora (sin solapamiento).

Distancia horizontal (mm)	Distancia vertical (mm)
100 ≤ x < 200 x ≥ 200	y ≤ 200 y ≤ 300

Tabla 1. Distancia entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora (sin solapamiento).

   – Con solapamiento. Si a una altura de 1.500 mm, se presenta un solapamiento superior o igual a 200 mm, en el caso de distribuidor rotatorio, y superior o igual a 50 mm, en el caso de distribuidor oscilante, la posición de la barra distanciadora viene reflejada en la figura 11 y tabla 2.

En ambos casos, la suma de los valores de la altura de trabajo y la distancia vertical no debe ser superior a 1.500 mm.



Leyenda:
1 Componente de distribución (distribuidor oscilante)
2 Componente de distribución (distribuidor rotatorio)
3 Barra distanciadora
4 Suelo
h Altura de trabajo máxima
x Distancia horizontal entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora
y Distancia vertical entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora

Figura 11. Protección de las máquinas cuya altura de trabajo es inferior a 1.500 mm mediante una barra distanciadora (con solapamiento).

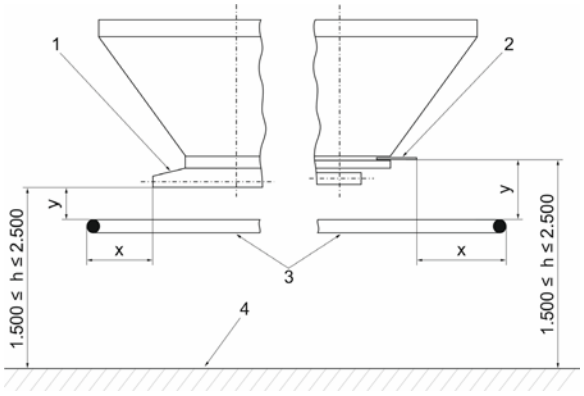
Distancia horizontal (mm)	Distancia vertical (mm)
50 ≤ x < 100 x ≥ 100	y ≤ 100 y ≤ 150

Tabla 2. Distancia entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora (con solapamiento).

b) Máquinas cuya altura de trabajo mínima sea igual o superior a 1.500 mm. Deben estar provistas de una barra distanciadora colocada por debajo de los componentes de distribución, tal como se indica en la figura 12 y la tabla 3.

4.2. Protección frente a la proyección de elementos de la máquina

Los elementos integrantes de los componentes de distribución de las abonadoras centrífugas, tales como las paletas, deben estar fijados de manera fiable mediante, por ejemplo, uno o varios pernos de fijación con tuercas de seguridad.



Leyenda:

1 Componente de distribución (distribuidor oscilante)
2 Componente de distribución (distribuidor rotatorio)
3 Barra distanciadora
4 Suelo
h Altura de trabajo máxima
x Distancia horizontal entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora
y Distancia vertical entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora

Figura 12. Protección de las máquinas cuya altura de trabajo es igual o superior a 1.500 mm mediante una barra distanciadora

Distancia horizontal (mm)	Distancia vertical (mm)
100 ≤ x < 200 x ≥ 200	y ≤ 200 y ≤ 300

Tabla 3. Distancia entre el extremo del componente de distribución y la barra distanciadora para máquinas cuya altura de trabajo es superior a 1.500 mm.

4.3. Protección de los componentes de alimentación y agitadores

Con el fin de proteger frente a los peligros de enganche o de arrastre en aquellas máquinas cuyos componentes de alimentación y agitadores no están accionados mediante una rueda en contacto con el suelo, la tolva debe estar provista de alguno de los siguientes elementos:

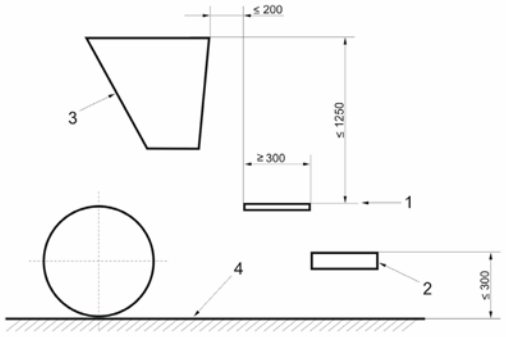
- Un resguardo fijo (según las normas UNE-EN ISO 12100 y UNE-EN ISO 14120).
- Un resguardo móvil que permanece unido a la máquina cuando está abierto (por ejemplo, mediante bisagras) y se bloquea automáticamente en posición cerrada sin requerir el uso de una herramienta y que necesita una herramienta para ser abierto.
- Una combinación de resguardo fijo y móvil. Si se utiliza una rejilla, su ubicación y sus aberturas deben estar de acuerdo con las distancias de seguridad indicadas en la norma UNE-EN ISO 13857.
- Un resguardo que provoca la parada del accionamiento de los componentes de alimentación y agitadores cuando se abre o se retira y evita el inicio del movimiento cuando está abierto.

Para el caso de operaciones específicas (calibración del caudal, vaciado de residuos, limpieza, etc.), la puesta en marcha de los componentes de alimentación y agitadores debe ser posible sólo si existen medidas de seguridad adicionales, tales como limitación de velocidad o mando de acción mantenida.

4.4. Carga

El diseño de la máquina debe tener en cuenta los peligros de deslizamiento, tropiezo o caída, así como los sobresfuerzos y las posturas forzadas, durante el acceso a la zona de carga y a la tolva.

La zona de carga manual de la tolva debe ser fácilmente accesible, de forma que el operador no tenga que pasar por encima de componentes de la máquina o subirse a ellos con el fin de alcanzar los medios de acceso. Para ello, debe estar instalada una plataforma si el borde superior de la tolva está situado a más de 1.250 mm por encima del suelo (figura 13).



Leyenda:

1 Plataforma. 2 Peldaño. 3 Tolva. 4 Suelo.

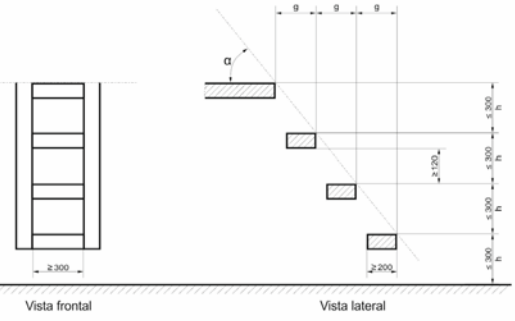
Dimensiones en milímetros

Figura 13. Zona de carga.

La plataforma debe cumplir los siguientes requisitos:

- Su anchura mínima debe ser 600 mm y su profundidad mínima 300 mm.
- La distancia entre el borde de la tolva y el plano vertical que pasa por el borde de la plataforma no debe ser mayor de 200 mm.
- Un pasamanos o unos asideros deben estar situados entre la tolva y la plataforma de carga o en el exterior de dicha plataforma. Estos elementos pueden ser parte integrante de la tolva si están convenientemente diseñados.

Si la plataforma está colocada a una altura vertical mayor de 300 mm con respecto del suelo, debe estar instalado un medio de acceso con las dimensiones que se muestran en la figura 14.



Leyenda:

h Contrahuella (altura entre dos peldaños consecutivos).
g Huella (separación entre dos peldaños consecutivos).
α Ángulo de inclinación.

Dimensiones en milímetros

Figura 14. Medio de acceso a la zona de carga.

La inclinación (ángulo α) respecto a la horizontal debe ser menor de 70°. La distancia vertical entre el escalón inferior y el suelo no debe ser mayor de 300 mm y debe tener un fácil acceso. Los escalones deben tener una profundidad mínima de 200 mm y una anchura mínima de 300 mm.

Los medios de acceso a una plataforma ubicada a más de 1.200 mm del suelo deben estar provistos de al menos un pasamanos o de asideros convenientemente situados. El extremo inferior del pasamanos o del asidero debe estar situado a una distancia horizontal máxima de 400 mm desde el borde del primer escalón.

4.5. Comprobación del contenido de la tolva

En el caso de que la distancia entre el borde superior de la tolva en su posición de carga y el suelo sea mayor de 1.600 mm pueden plantearse las siguientes alternativas con el fin de que el operador pueda comprobar el contenido de la tolva:

- Un medio de acceso diseñado de forma que la distancia entre el borde superior de la tolva y el peldaño superior del acceso no sea menor de 1.200 mm ni mayor de 1.600 mm.
- Una ventana de inspección situada en la pared de la tolva (figura 15).
- Medidas que permiten comprobar el contenido de la tolva sin riesgo para el operador, por ejemplo, un indicador de nivel, una cámara de video, etc.

Figura 15.Ventana de inspección.

4.6. Protección contra la proyección de fertilizante

Las abonadoras deben estar diseñadas de forma que no se produzca proyección del fertilizante hacia el operador a lo largo de una anchura de 2 m en un plano vertical perpendicular a la dirección de avance que pasa por los puntos inferiores del enganche tripuntal o por el punto de enganche de las máquinas remolcadas (figura 16).

Figura 16. Resguardo frente a la proyección de fertilizante.

4.7. Desmontaje del dispositivo de distribución

Los dispositivos de distribución desmontables, cuya masa sea mayor o igual a 40 kg, deben estar provistos de puntos de anclaje claramente identificados que permitan la utili-zación de un equipo de elevación y transporte.

4.8. Sistema de calibración del caudal

Si las abonadoras están provistas de este sistema, su utilización no debe permitir que el operador tenga que colocarse debajo de la máquina durante el ensayo de calibración y mientras el fertilizante está depositándose en el suelo o la máquina está funcionando, para no estar expuesto a peligros mecánicos.

5. INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN

El apartado 6 de la norma UNE-EN ISO 4254-8 proporciona información referida al contenido del manual de instrucciones y al marcado de las abonadoras.

5.1 Manual de instrucciones

El contenido del manual de instrucciones debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La información necesaria para garantizar la estabilidad del tractor cuando se engancha una abonadora suspendida.
- Una recomendación dirigida a que la abonadora sea estacionada sobre una superficie horizontal y resistente con las tolvas vacías.
- El riesgo de contacto involuntario con líneas eléctricas aéreas cuando este sea posible durante la operación de esparcido, por ejemplo, debido a desniveles del terreno o a la utilización de componentes móviles y giratorios, requiere llevar a cabo una evaluación de riesgos antes de iniciar cualquier operación de trabajo en la zona que ha de ser tratada por la máquina.
- El plegado de los componentes giratorios hacia la posición de transporte y su desplegado desde dicha posición deben efectuarse únicamente en aquellas zonas en las que no estén presentes líneas eléctricas aéreas.
- El motor debe estar parado mientras se realizan tareas de mantenimiento.
- El operador debe evitar llevar puesta ropa holgada que pudiera ser enganchada por los elementos móviles.
- Los peligros asociados al desmontaje y montaje de los dispositivos de distribución y las instrucciones a seguir durante su manipulación.
- El resguardo del eje cardánico debe estar correctamente colocado y en buenas condiciones.
- La necesidad de que cualquier persona ajena al trabajo se mantenga alejada de la máquina.
- Nadie debe acercarse a la máquina, subirse en ella o acceder a la tolva mientras los dispositivos de distribución están funcionando.
- Las diferentes alturas de trabajo previstas para la máquina.
- Las condiciones de uso adecuadas para evitar las obstrucciones (por ejemplo, en la tolva) y los peligros asociados a su eliminación.
- Los procedimientos de calibración y carga.
- La necesidad de seguir los consejos referidos a la manipulación manual de cargas pesadas y los pro-

cedimientos correctos para manejar y levantar los sacos de fertilizante.
- Las precauciones a adoptar durante el montaje y el desmontaje de las extensiones de la tolva.
- Las instrucciones referidas a la utilización de enganches automáticos o semiautomáticos, dado el caso.

5.2. Señalización

Las abonadoras deben incorporar advertencias que llamen la atención sobre:
- Los peligros ocasionados por los elementos móviles (disco rotatorio y tubo oscilante).
- Los peligros provocados por la proyección de objetos.
- Los peligros de caída al subirse en los resguardos de protección que no han sido diseñados como medio de acceso.
- El peligro de estar subido a una máquina mientras está en movimiento. Esta advertencia debe estar colocada en la proximidad de los medios de acceso, cuando existan.

6. ESTUDIO DE CAMPO

El INSST ha llevado a cabo un estudio de campo para la comprobación de las condiciones de seguridad de las abonadoras centrífugas mediante un cuestionario que incluye apartados referidos a identificación, condiciones de mantenimiento y regulación, requisitos de seguridad especificados en la norma UNE-EN ISO 4254-8 y requisitos de inspección en uso. De esta forma el cuestionario abarca diferentes factores que inciden en la protección de la seguridad y la salud del operador.

En relación con los requisitos de seguridad de la norma UNE-EN ISO 4254-8 que han sido comprobados, el porcentaje mayor de incumplimiento corresponde a la ausencia de rejilla en la tolva y de protección de los componentes de distribución y del punto de entrada de potencia de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

Ortiz-Cañavate, J., 2003. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Márquez, L., 2004. Maquinaria agrícola. Ed. B & H Editores. Madrid.

Estudio de campo para la comprobación de las condiciones de seguridad durante la utilización de la maquinaria agrícola. Abonadoras centrífugas. INSST (2017).

NORMATIVA

Legal

Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (BOE de 11 de octubre).

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE de 7 de agosto).

Técnica

UNE-EN ISO 12100:2012
Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

UNE-EN ISO 4254-1:2016
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN ISO 4254-8:2018
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 8: Distribuidores de fertilizantes sólidos.

UNE-EN 12965:2004+A2:2009
Tractores y maquinaria agrícola y forestal. Ejes de transmisión de potencia a cardan y sus protecciones. Seguridad.

UNE-EN ISO 14120:2016
Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.

UNE-EN ISO 13857:2008
Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.154

Artes menores (I): Identificación de riesgos

Minor fishing gear (I): risks identification
Engins de pêche mineurs (I): identification des risques

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST)

Elaborado por:

Esperanza Valero Cabello
Esther Duque Casas
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST

Las artes menores son la modalidad pesquera con mayor número de embarcaciones, representando cerca del 80% de la flota pesquera española. Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) es la primera de dos NTP dirigidas a apoyar el proceso de identificación de peligros, la evaluación de los riesgos y el establecimiento de medidas de prevención para evitar o minimizar los riesgos asociados. Estas NTP sustituyen a la NTP 624 Prevención de riesgos laborales en la pesca de bajura: artes menores.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) describe los principales tipos de artes menores que se emplean para pescar en nuestro país y los principales peligros que en ellos se identifican. Se debe considerar que se trata de una modalidad de pesca de marcado carácter artesanal, encontrando distintas variedades de pesca a lo largo del litoral.

Esta NTP ofrece también información cuantitativa y cualitativa sobre los accidentes graves y mortales que se producen en esta modalidad pesquera.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO - define las Pesquerías Artesanales como: "la captura de peces con embarcaciones pequeñas, utilizando sistemas manuales o parcialmente mecanizados para el calado y halado de las artes, con objeto de abastecer de alimentos a la comunidad local y vender los excedentes en el mercado, o cambiarlos por otros bienes".

La modalidad de pesca de artes menores incluye una serie de artes de pesca que se utilizan mayormente en embarcaciones pequeñas, por los pescadores locales que desarrollan su actividad pesquera a menos de 60 millas de distancia de la costa, tratándose por tanto de una pesca artesanal. Estas embarcaciones realizan su trabajo durante casi todo el año alternando los distintos tipos de arte (por lo que también reciben el nombre de embarcaciones con actividad pesquera polivalente).

Tienen gran importancia socioeconómica ya que suponen un alto porcentaje de la flota pesquera (en torno al 80%). Según el Informe anual de la actividad de la flota pesquera española que elabora anualmente el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en el año 2018 el 45% es polivalente artesanal, seguida de un 22% de la flota de dragas y rastros manuales, por el elevado número de buques de marisqueo. Les siguen, en menor proporción, la flota que faena con arrastre (11%), cerco (7%), anzuelo incluido palangre de superficie (7%) y enmalle (5%).

Esta flota está compuesta por embarcaciones de pequeña eslora, generalmente menos de 15 metros y escasa potencia, que suelen volver a puerto cada día y tienen un marcado carácter familiar, ya que en muchas ocasiones la tripulación tiene algún tipo de relación familiar con el propietario que además suele ir también a bordo.

La tripulación suele ser escasa, generalmente no son más de cuatro personas. En muchos casos, el propio armador realiza las funciones de patrón y mecánico.

El patrón es el responsable último del buque en la mar, dirige las maniobras, organiza el trabajo a bordo, localiza las capturas, dirige las maniobras, carga y estibado del buque, garantiza el correcto funcionamiento de equipos e instalaciones y es el responsable de la seguridad a bordo.

Los marineros realizan las operaciones de pesca (largado, virado y estibado) siguiendo las instrucciones del patrón y se encargan del mantenimiento tanto de las artes como del propio buque.

Con frecuencia se trata de embarcaciones con bastante antigüedad y deficientes condiciones de seguridad. Además, hay que añadir los factores propios de la actividad como las largas jornadas de trabajo (en ocasiones en horarios nocturnos), la limitación de espacio para realizar el trabajo, el movimiento continuo del buque, las dificultades en el izado de las capturas, el mal estado de la maquinaria, las instalaciones o aparejos o incluso la propia embarcación. Todos estos factores, unidos en ocasiones a una escasa cultura preventiva y una formación e información insuficiente, pueden contribuir a la siniestralidad.

2. ARTES MENORES Y TIPOS

Se pueden encontrar distintas clasificaciones en relación con los distintos tipos de artes menores. Además, al tratarse de un tipo de pesca artesanal, se puede observar cómo técnicas similares, reciben nombres distintos según la localización geográfica, dependiendo de sus características locales y de las especies que se vayan a capturar.

No obstante, de manera general, los principales grupos que se pueden encontrar en la bibliografía son los siguientes:

a) Artes fijos de enmalle o enredo.
b) Aparejos de anzuelo.
c) Artes de trampa.

a) Artes de enmalle

Son artes de red pasivas, que no necesitan ser arrastradas sino que se tienden y permanecen en la misma posición desde que se calan hasta que se levan capturando los ejemplares que se enredan o enganchan al encontrarlos en su camino.

Estas artes están formadas por uno o más paños de red armados entre dos relingas. Se calan en posición vertical disponiendo los extremos del arte (cabeceros) de cabos guías unidos en la parte alta a boyas de superficie y por su parte baja a un sistema del fondeo (plomos o piedras).

Los artes de enmalle reciben distintos nombres según las zonas, dimensiones de las mallas, especies objetivo, u otras características propias.

- Redes de enmalle de un solo paño. Son artes de enmalles fijos de fondo de forma rectangular, constituidos por un solo paño. Tipos especiales son la volanta, cuya especie objetivo es la merluza y el rasco, constituido por varios paños de red unidos entre sí, que se tiende de forma que adopta una posición casi tendida en el suelo y de mayor amplitud de malla que la volanta destinado a la captura del rape especialmente.
- En esta categoría pueden incluirse también otros conocidos localmente como betas, soltas, piqueras, cazonales, redes de acedía, etc.
- Trasmallos. Son artes de enmalle fijos de fondo que constan de una o varias piezas, cada una de ella formada por tres paños de red superpuestos. Los dos paños exteriores son de iguales dimensiones y del mismo tamaño de malla y diámetro del hilo. El paño interior (broma) es de malla de tamaño inferior y más flojo que los paños exteriores. Se incluyen en esta categoría artes tales como la jibiera y la red de langostino. Comprende, igualmente, este grupo las redes semitrasmalladas que están constituidas por dos paños con diferente luz de malla.

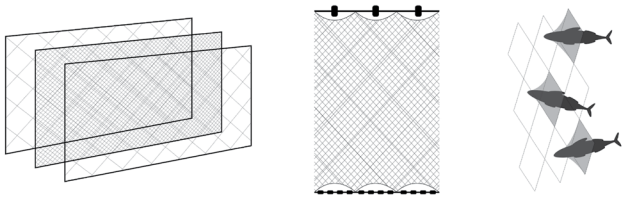


Figura 1. Artes de enmalle: trasmallos.

- Redes mixtas. Son artes formados por combinaciones de los dos tipos anteriores. Por lo general, la parte inferior es de dos o tres paños y la superior de uno solo (puede ser a la inversa). Aquí se incluyen el bolero y la bonitolera, por ejemplo.
- Aunque en alguna bibliografía aparece como una modalidad diferente, a efectos prácticos vamos a incluir en este apartado las artes de parada, ya que se trata de artes fijos de red. Son similares a la almadraba, aunque de dimensiones mucho más reducidas. Se suelen calar perpendicularmente a la costa.
- Uno de los extremos, denominado «rabera de fuera», se fija mediante elementos de flotación y fondeo.
- Almadrabilla o almadraba menor: Arte de red formada por paños de forma rectangular. La relinga superior está provista de flotadores y la inferior de plomos. Consta de una «rabera de tierra» y otra «de fuera» en forma de «seis» o de doble circunferencia.
- Almadrabeta: similar a la anterior en cuanto a flotabilidad y lastrado, aunque de mayores dimensiones. Consta, también, de «rabera de fuera» y «rabera de tierra» unidas a un cuerpo formado por paños de red montados en vertical, denominado «cuadro» y compuesto por 4 piezas: «boca», cámara», «buche» y el «copo», lugar donde se deposita el pescado.
- Moruna: Arte más compleja que las anteriores, consta de dos piezas y un copo. La pieza de tierra, también denominada «coa», de forma rectangular, está armada entre una relinga de flotadores y otra de plomos. Uno de sus extremos va fijo a la costa. La pieza de fuera, también denominada «rotlos», de forma rectangular, está armada entre una relinga de flotadores y otra de plomos. Forma una doble espiral en el extremo de la «coa». El copo, también denominado «moridor», está constituido por una doble cámara y una abertura en forma de embudo.

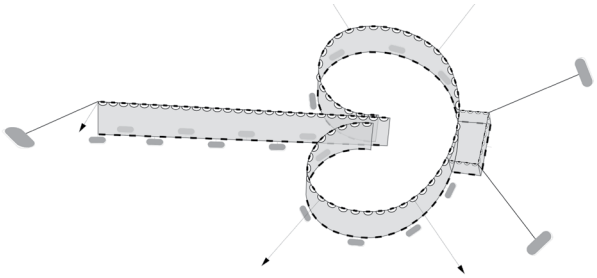


Figura 2. Artes de enmalle. Moruna.

b) Aparejos de anzuelo

Entre los aparejos cuyo elemento básico es el anzuelo se distinguen los siguientes:

- Línea o cordel. Es un aparejo vertical constituido por una línea madre de la que penden brazoladas o sedales con anzuelo. Las líneas pueden ser de mano y de caña. Localmente reciben diversos nombres, dependiendo de su estructura y de las especies a las que vayan dirigidas, tales como mono, chambel, volantín, liña, cañas, pincho, etc.
- Potera (chivo). Aparejo de línea vertical con una varilla en su extremo inferior del que pende un elemento lastrado, generalmente brillante o de colores vivos, provisto de varios anzuelos. Entre estos aparejos se incluye también el conocido como tablilla.
- Cacea-Curricán. Aparejo horizontal de cacea que se remolca por una embarcación que navega a la velocidad apropiada según la especie a capturar. La profundidad de trabajo puede regularse. En su extremo se disponen anzuelos unidos a cebos artificiales (señuelos) o naturales. Los aparejos o curricanes van armados sobre cañas o tangones o se manejan a mano.
- Palangrillo. Aparejo de anzuelo que consta de un cabo madre del que penden brazoladas verticales, convenientemente separada. Tiene una estructura simi-

lar al palangre aunque en este caso es de menores dimensiones.

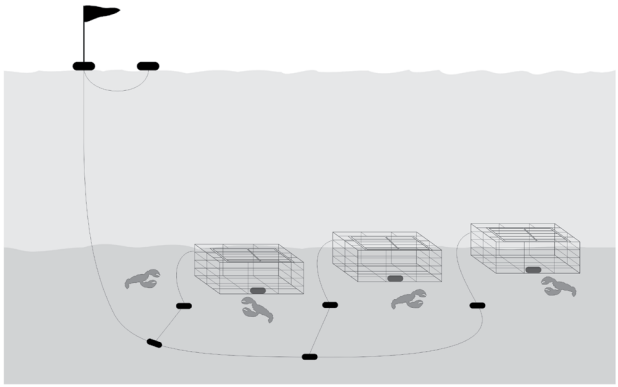


Figura 3. Artes de aparejos de anzuelo.

- Palillo (single). Aparejo de línea vertical con una varilla en su extremo inferior, de la que penden brazoladas con anzuelo y un lastre al que puede sujetarse el cebo y la carnada. Recibe diversos nombres locales como caballera, parguera, balancín y picaera.
- Caña: Utensilio de pesca que facilita el uso del sedal. Presenta muchas variantes en función de la modalidad de pesca a realizar, especies objetivo (superficie o fondo), profundidad, etc. Pueden usarse con boya o con carrete (manual, eléctrico, hidráulico). Entre otras destacan las cañas para túnidos (de distinta longitud y material) y la caña para vieja *(*Sparisoma cretense).

c) Artes de trampa

Se trata de útiles de pesca que se calan fijos al fondo y actúan a modo de trampa para la captura de moluscos o crustáceos. Normalmente son largadas de forma que constituyen caceas en las que cada trampa se une a una relinga madre. Entre estos útiles se incluyen las nasas y los denominadas alcatruces.

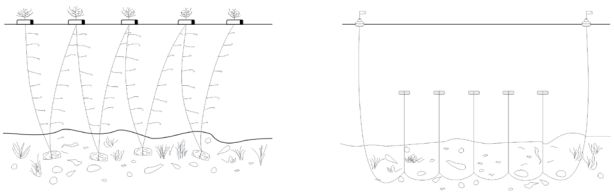


Figura 4: Artes de trampas

- Nasas: Artes fijos de fondo, construidos en forma de cesto, barril o jaula, compuestas por un armazón rígido o semirrígido recubierto de red. Están provistas de una o más aberturas o bocas de extremos lisos, que permiten la entrada de las especies del habitáculo interior. Las nasas se calan mediante un aparejo denominado tanda, tren o cacea, en el que cada nasa se une a una relinga llamada madre a intervalos regulares. Sus formas varían en función de la especie a la que esté destinada.
- Alcatruces: se designa con este nombre a recipientes de barro similares a cántaros unidos a la línea madre mediante brazoladas desde su embocadura. En su base disponen de un pequeño orificio adicional. Se utilizan para la captura del pulpo.
- Tambor para morenas: Arte fijo de fondo de forma cilíndrica que tiene en ambos lados una trampa cónica formada por unas varillas flexibles, que permite la entrada de la morena pero no la salida. Posee una puerta en la parte superior para sacar la captura.

3. ACCIDENTES GRAVES Y MORTALES EN LA PESCA CON ARTES MENORES.

En este documento se ofrecen datos de una doble fuente. Por una parte, información suministrada por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS) a partir de los informes de investigación de accidentes laborales graves, muy graves y mortales en buques de pesca acaecidos entre 2011 y 2018.

La segunda fuente son los informes de investigación de accidentes muy graves y mortales en buques de pesca ocurridos entre 2008 y 2013 investigados por la Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), dependiente del actual Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana.

La Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS) y la Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), se encargan de investigar, entre otros, los accidentes graves y mortales que ocurren en la actividad pesquera.

Los datos recabados por los citados organismos durante sus investigaciones son una fuente de información muy valiosa en la que basarse a la hora de realizar la identificación de peligros, evaluación de los riesgos y planificación de las actividades preventivas en los buques de pesca.

Este apartado ofrece información cuantitativa y cualitativa sobre los accidentes laborales graves y mortales más frecuentes en la pesca con artes menores. La información se refiere principalmente a los accidentes de carácter operacional, entendiéndose como tales aquéllos que se producen durante la estancia o realización de alguna tarea a bordo del buque (deambulación por el buque, trabajos durante las maniobras de pesca, manipulación de cargas y capturas, acceso y desembarque, etc.).

Accidentes investigados por la ITSS periodo 2011-2018

En el periodo 2011-2018, la ITSS investigó 314 accidentes laborales operacionales de carácter grave, muy grave o mortal en buques de pesca. En el gráfico 1 podemos ver su distribución en función de la modalidad pesquera:

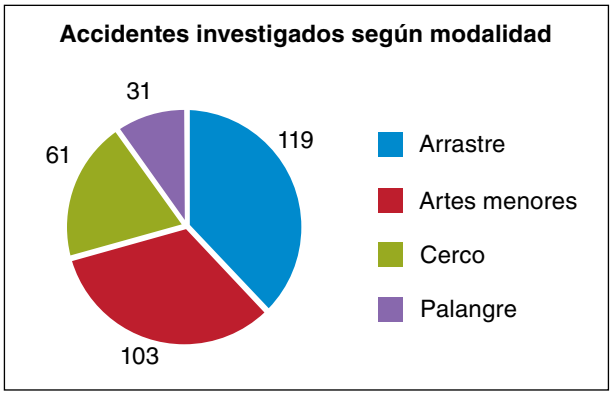


Gráfico 1. Investigaciones ITSS en pesca 2011-2018. Fuente: ITSS

Se puede observar que la pesca con artes menores fue la segunda modalidad en número de accidentes investigados con 103 accidentes, lo que supone más de una tercera parte del total. Sin embargo al considerar el número de buques censados, es el arte con menor peligrosidad relativa.

Modalidad pesquera	Promedio AT investigados 2011-18	Promedio buques censados 2011-18	Peligrosidad relativa
Arrastre	15	1019	37,8%
Cerco	8	627	31,4%
Palangre	4	380	26,4%
Artes menores	13	7.447	4,5%
TOTAL	**39**	**9.473**	**100,0%**

Tabla 1. Peligrosidad relativa[1] de los distintos tipos de artes pesqueras.

En el gráfico 2 se muestra la distribución de los accidentes investigados en función de la fase de actividad en que se produjo. Como en otras modalidades de pesca, las maniobras de largar y virar el aparejo son las fases con mayor riesgo de accidente. Entre ambas, suman 37 sucesos, lo que representa más de la tercera parte de los accidentes.

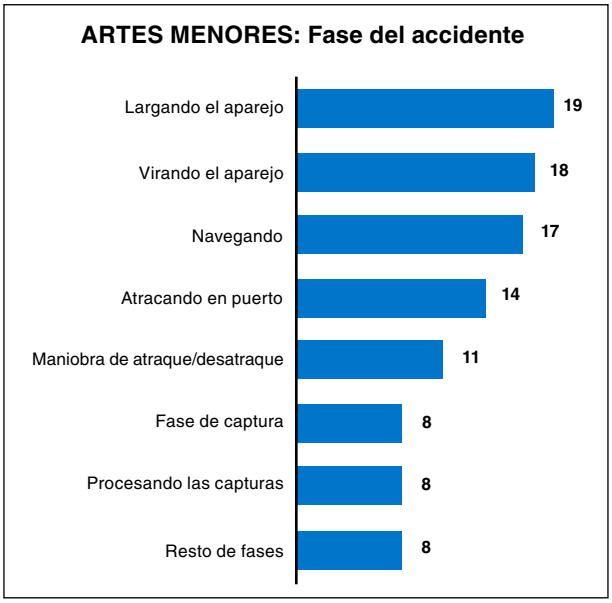


Gráfico 2. Accidentes graves/mortales en la pesca con artes menores investigados 2011-2018. Fase del accidente. Fuente: ITSS

A continuación le siguen varias fases relacionadas con la navegación, las maniobras de atraque/desatraque y permanecer atracado en puerto, como los accidentes en el acceso o desembarque. La suma de las tres supone el 40 % de los sucesos investigados.

Destacan también los accidentes en las fases de captura y de procesado de las capturas, con 16 accidentes (15% del total)

A mayor distancia se encuentran el resto de las fases de trabajo (operaciones de mantenimiento/limpieza, actividades fuera del barco, etc).

En cuanto a la forma de producirse el accidente, las causas más frecuentes son la caída al mismo nivel y el atrapamiento entre partes móviles de la maquinaria, con 18 y 15 sucesos respectivamente, aunque seguidas muy de cerca por los golpes y atrapamientos con objetos del buque, con 13 sucesos, y el atrapamiento con el aparejo o partes del aparejo con 11 sucesos. Es interesante también que se investigaran 11 accidentes graves por caída en el acceso o desembarque del buque.

Con una frecuencia media, entre 5 y 10 accidentes, se encuentran, las caídas a distinto nivel por escotillas, aberturas o escaleras, la caída al mar, los golpes por rotura de elementos en tensión y los sobreesfuerzos.

Por último, con una frecuencia baja inferior a 5 sucesos, aparecen otros accidentes como los cortes y pinchazos al manipular capturas, accidentes por contacto con fuego/temperatura y otros golpes o atrapamientos.

Si se comparan las formas de producirse los accidentes en artes menores con otras artes como el arrastre o el cerco se observan ciertas diferencias. Mientras que en arrastre y cerco, las formas de accidente más frecuentes dentro de los accidentes graves, muy graves y mortales son los relacionados con las máquinas y sus elementos, en las artes menores, cobran una mayor importancia las relacionadas con caídas (tanto a distinto nivel como al mismo nivel y durante el embarque y desembarque) y golpes y atrapamiento con elementos del buque.

Ello se explica por las características propias de estos buques. Por una parte, no utilizan para su actividad grandes máquinas ni elementos a gran tensión, y por otra son buques de pequeño tamaño lo que favorece el cabeceo y balanceo, realizándose el calado e izado del arte por el costado o la popa, situaciones que pueden favorecer la caída accidental. Además, la escasez de espacio en cubiertas pequeñas, donde se sitúan las redes y aparejos, húmedas y con restos de las capturas puede favorecer estas formas de accidente.

Forma de producirse el accidente operacional	Sucesos
Caída al mismo nivel (tropiezos, resbalones, perdida de equilibrio…)	18
Atrapamiento entre partes móviles de equipos de trabajo (haladores, carretes, rodillos)	15
Golpe/atrapamiento contra elementos del buque	13
Atrapamiento con el arte/aparejo (mallas, cabos, línea madre, sedales)	11
Caída durante embarque o desembarque del buque	11
Caída a distinto nivel (por escotillas, aberturas, escaleras...)	7
Caída al mar	6
Golpe por rotura de elemento en tensión (cabo/cable/cadena)	6
Sobreesfuerzo (lesión rodilla, articulaciones)	5
Corte/pinchazo (manipulación de capturas, etc)	4
Atrapamiento con elemento en tensión	2
Contacto con fuego/temperatura	2
Golpe por rotura de equipo de trabajo	1
Golpe con el aparejo, etc.	1
Atrapamiento – otros	1
TOTAL	**103**

Tabla 2. Accidentes graves/mortales en la pesca con artes menores investigados 2011-2018. Forma de producirse. Fuente: ITSS

1. La peligrosidad relativa se calcula en función de la tasa de accidentes investigados por la ITSS entre el censo promedio de buques, ponderando cada modalidad respecto al total.

Accidentes investigados por la CIAIM en el periodo 2008-2013

De los 100 accidentes marítimos muy graves ocurridos en buques pesqueros durante el periodo comprendido entre octubre de 2008 y octubre de 2013, investigados por la CIAIM, 37 ocurrieron en busques dedicados a la pesca con artes menores. De hecho, fue la modalidad pesquera con mayor número de accidentes investigados en este estudio, seguido de cerca por la pesca de arrastre con 34 accidentes investigados.

Estos accidentes se saldaron con 21 víctimas, de las cuales hubo 5 fallecidos, 2 desaparecidos y 14 heridos. Los trabajadores más afectados son los marineros y el 32% de los accidentes se produjeron durante la navegación.

Tipología	Sucesos	Fallecidos	Desaparecidos	Heridos
Hundimiento	17	3	0	7
Operacional	4	2	1	1
Abordaje	3	0	0	1
Varada	6	0	0	2
Incendio	0	0	0	0
Inundación	2	0	0	0
Vuelco	2	0	1	2
Colisión	3	0	0	1
TOTAL	**37**	**5**	**2**	**14**

Tabla 3. Tipología de los accidentes investigados y víctimas, en artes menores. Fuente: CIAIM

El hundimiento es el tipo de accidente más frecuente. De los 37 accidentes investigados en artes menores, 17 fueron hundimientos (46%), causando tres fallecidos y siete heridos.

Cabe resaltar también que en los accidentes operacionales se produjeron dos fallecidos, un desaparecido y un herido.

Del resto de tipologías, se observan 6 varadas, 3 abordajes y colisiones y 2 sucesos de inundación y vuelco cada uno. Sin embargo, las consecuencias son menos graves, siendo destacable solo un desaparecido en uno de los vuelcos

Al comparar la tipología de los accidentes acaecidos en buques de pesca de artes menores con otras modalidades pesqueras se observan ciertas diferencias.

Lo más llamativo es la colisión, ya que de 4 casos investigados, 3 fueron en artes menores. Una proporción similar a la que se observa para las varadas, ya que de los 10 casos analizados, 6 se produjeron en buques dedicados a artes menores.

Con una proporción algo menor están el hundimiento y el vuelco. Casi la mitad de los accidentes investigados por hundimiento se produjeron en artes menores, seguido a cierta distancia de arrastre (10 sucesos). Y de los cuatro accidentes por vuelco investigados, dos se produjeron en esta modalidad de artes menores.

En cuanto a accidentes operacionales, las artes menores se encuentran en segundo lugar, tras arrastre con 6 casos y seguido por cerco con tres.

En la tipología de abordaje, también se encuentra en segundo lugar pero a bastante distancia de arrastre (11 casos). De 6 análisis por inundación, dos fueron en artes menores. No se investigó ningún caso de incendio. La investigación de la CIAIM tiene un carácter exclusivamente técnico, su fin último es conocer las causas técnicas que lo produjeron y formular recomendaciones que permitan la prevención de futuros accidentes o incidentes. Sin embargo, se acepta que rara vez los accidentes se explican por la existencia de una sola causa, sino más bien lo que se suele encontrar es la existencia de varias causas concatenadas, cuya interrelación es clave para interpretar con certeza la génesis del accidente.

Hay que tener también en cuenta que no siempre es fácil acceder a la información necesaria para realizar la investigación, por ejemplo, en caso de hundimiento no existe la posibilidad de acceder al buque, teniendo que basar el análisis en información indirecta.

De los 100 accidentes investigados por la CIAIM, para cada accidente señalaron una media de 2,57 causas. Se encontraron hasta 58 causas distintas que, de forma directa o indirecta, han desencadenado dichos accidentes. Para facilitar el análisis, se pueden establecer los siguientes bloques de causas.

En la tabla 4 se muestran los bloques de causas para los accidentes de buques de artes menores. Como se puede observar en muchos de los accidentes investigados se ha identificado más de una causa.

Los tres principales bloques de causas son los factores personales, que se identifican en más de la mitad de los casos, seguidos de cerca por los derivados de la organización del trabajo y las condiciones de los espacios de trabajo.

Bloques de causas de los accidentes	Nº AATT	% AATT
Factores personales/individuales	21	57%
Organización del trabajo	15	41%
Condiciones de los espacios de trabajo (buque y entorno)	15	41%
Gestión de las emergencias	9	24%
Otras causas	8	22%
Gestión de la prevención	4	11%
Instalaciones de servicio o protección	4	11%
Máquinas	3	8%

Tabla 4. Bloques de causas de los accidentes investigados en la modalidad de artes menores. Fuente: CIAIM

Los factores personales más frecuentes se relacionan con una sensación de falsa seguridad, destacando la infravaloración tanto de los riesgos derivados de factores ambientales (oleaje, viento, mareas, etc.) como de las consecuencias que pueden tener sobre la seguridad del buque. También se observa con frecuencia el incumplimiento de las normas de seguridad establecidas en el

Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes y la no utilización del chaleco salvavidas auto-inflable durante la estancia o el trabajo en cubierta (agravando las consecuencias del accidente por caída al mar).

Respecto a la organización del trabajo, las causas más frecuentes se identifican respecto a la formación del responsable de la embarcación (falta de titulación/certificado habilitante adecuada), tripulación insuficiente, métodos de trabajo inadecuados u organización del trabajo sin considerar las condiciones meteorológicas adversas y la realización de operaciones extraordinarias en caso de incidentes, accidente o emergencias.

Entre las causas relacionadas con el espacio de trabajo se vuelve a encontrar la meteorología y el estado de la mar (viento, oleaje, niebla, lluvia, etc.) que dificultan la movilidad por la cubierta, fallos en la seguridad estructural del buque y la instalación de equipos de forma inadecuada en el puente dificultando la visión de las tareas desde el mismo.

Asimismo, se observaron defectos en el diseño, construcción, montaje, el mantenimiento o uso de las distintas instalaciones de servicio o protección (combustible, hidráulico, refrigeración, agua de mar, etc.); y la ausencia, insuficiencia o ineficacia de medios de achique. En otras ocasiones, las máquinas tenían órganos de accionamiento inseguros o no disponían de protección de las partes peligrosas (atrapantes, cortantes, punzantes, etc.).

Por último, cabe señalar que la gestión de las emergencias aparece con una alta frecuencia, no siendo causa directa pero sí un factor determinante del resultado final de los accidentes marítimos estudiados. En este sentido, cabe destacar la no utilización de los medios del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima; la demora en avisar a los servicios de salvamento; la no utilización o utilización inadecuada del chaleco salvavidas de abandono; y el no establecer comunicaciones de socorro por los canales adecuados. Todos estos aspectos coinciden en una baja familiarización con dispositivos y/o procedimientos de emergencia.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 410/2001, de 20 de abril, por el que se regula la pesca con artes fijos en el Caladero Nacional del Cantábrico y Noroeste.

Orden AAA/2794/2012, de 21 de diciembre, por la que se regula la pesca con artes fijos y artes menores en las aguas exteriores del Mediterráneo.

Orden AAA/2536/2015, de 30 de noviembre, por la que se regulan las artes y modalidades de pesca marítima y se establece un plan de gestión para los buques de los censos del Caladero Nacional Canario.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN.
Informe anual de la flota pesquera 2019 (datos 2018)
Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/registro-flota/informe-anual-actividad-flota-ano-2019-datos-2018_tcm30-510089.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Causas de los Accidentes Marítimos muy graves en la Pesca 2008-2013
INSST, 2014

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
Documentos técnicos. Caracterización de la siniestralidad en la actividad pesquera.
INSST, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
Documentos técnicos. Investigación de accidentes y condiciones de trabajo en los medios de acceso a embarcaciones menores marítimo pesqueras.
INSST, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
NTP 624: Prevención de riesgos laborales en la pesca de bajura: artes menores
INSST, 200%.

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES MARÍTIMOS (CIAIM)
Informes de investigación de accidentes marítimos muy graves en buques de pesca 2008-2013
[En línea: / https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/ciaim]

INSTITUTO GALEGO DE SEGURIDADE E SAÚDE LABORAL (ISSGA)
Prevención de riesgos laborales en el sector de la bajura. Pesca, marisqueo y acuicultura
ISSGA, 2010
Disponible en: https://issga.xunta.es/portal/contido/documentacion/publicacions/area-tecnica/doc_0060.html?lang=es

INSPECCIÓN DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL (ITSS)
Información estadística derivada de las investigaciones de accidentes de trabajo graves, muy graves y mortales ocurridos en buques de pesca entre 2011-2018.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.155

Artes menores (II): Medidas preventivas

Minor fishing gear (II): preventative measures
Engins de pêche mineurs (II): mesures préventives

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST)

Elaborado por:

Esperanza Valero Cabello
Rafael Cano Gordo
Esther Duque Casas
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST

Esta NTP, continuación de la NTP-1.154, completa la información de la misma proponiendo para las distintas formas de accidente más frecuentes en las modalidades de pesca de artes menores, obtenidos a partir de los informes de investigación de accidentes laborales graves, muy graves y mortales, realizados por la ITSS, en buques de pesca entre el 2008 y 2013, una serie de medidas preventivas generales destinadas a evitar o minimizar el riesgo.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La NTP-1.154 describe los diferentes tipos de artes menores y ofrece información cuantitativa y cualitativa sobre las formas más frecuentes de accidentes graves y mortales en esta modalidad pesquera. En esta NTP se proponen, para cada una de estas formas de accidente, una serie de medidas preventivas "no exhaustivas" destinadas a evitar o minimizar los riesgos.
Este documento no debe ser confundido con una evaluación de riesgos. Se trata de una herramienta de apoyo al proceso de identificación de peligros y recomendaciones para la adopción de medidas preventivas y de protección. Sin embargo, son los resultados obtenidos en la correspondiente evaluación de riesgos laborales lo que permitirá concretar dichas medidas según la situación de riesgo detectada.

2. PRINCIPALES MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LOS ACCIDENTES MÁS FRECUENTES

Partiendo de la información sobre la siniestralidad disponible a partir de los accidentes graves y mortales investigados por la ITSS en la modalidad de pesca con artes menores en el periodo 2011-2018, las formas de accidente graves o mortales en la pesca de artes menores se han categorizado en función de su frecuencia.

Se establecen cuatro apartados de forma que el apartado I incluye las formas de accidente muy frecuentes (quince o más ocasiones), el apartado II las que se han producido de manera frecuente (entre diez y catorce veces), el apartado III las formas ocasionales (entre cuatro y nueve veces). Finalmente, el apartado IV, en el que se recogen otras formas de accidente, contempla formas de accidente que, aunque no se hayan investigado por la ITSS en el periodo de tiempo reflejado en el estudio, son formas características de esta modalidad pesquera.

APARTADO I. Formas muy frecuentes de accidentes graves o mortales en Artes menores

Caída al mismo nivel en la cubierta del buque por tropiezos, resbalones, perdida de equilibrio, etc.

Medidas preventivas

- Instalar barandillas, andariveles y pasamanos de mal tiempo.
- Mantener las superficies de cubierta limpias y libres de obstáculos que puedan provocar tropiezos o resbalones. Baldear la cubierta con frecuencia.
- Los desperdicios se depositarán en contenedores adecuados.
- Evitar el acúmulo de residuos de grasa en los accesos a motores y maquinillas.
- Realizar mantenimiento antideslizante de todas las superficies de paso y trabajo, utilizar plataformas enrejadas o alfombrillas de goma.
- Utilizar en todo momento calzado de protección antideslizante (Véase: NTP 813. Calzado para protección individual: especificaciones, clasificación y marcado y Ficha de selección y uso de calzado del INSST).
- Informar de la meteorología existente a toda la tripulación para la adopción de medidas de precaución y atención (por balanceo de la embarcación en caso de condiciones adversas).
- Las manchas de aceite o de grasa y los despojos de pescado se limpiarán inmediatamente con chorros de agua para evitar el riesgo de resbalón.
- Eliminar los resaltes en cubierta. Las falcas de puertas deben señalizarse con bandas amarillas y negras.
- Estibar el arte y otros materiales en cubierta de forma correcta, en cajonadas o similares, para evitar que puedan estar sueltos y ser causa de tropiezos, dejando libre de obstáculos las zonas de trabajo y vías de paso.
- No se debe circular por encima del aparejo. Si fuera estrictamente necesario, se tomarán las debidas precauciones.

- La cubierta deberá disponer de la iluminación adecuada a las tareas que se estén realizando en todo momento.
- Se avisará a la tripulación de los cambios repentinos de rumbo o de velocidad.

Atrapamiento/aplastamiento con partes móviles de equipos de trabajo (haladores, carretes, rodillos).

Medidas preventivas

- En ausencia de disposiciones específicas de comercialización para los equipos de trabajo destinados a los pesqueros, éstos deberán cumplir, al menos, las disposiciones mínimas del Anexo I del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio y, en caso de ser aplicable, las disposiciones que hacen referencia a los equipos de trabajo en los Anexos I y II, dependiendo de si se trata de un buque de pesca nuevo o existente, relativos a las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los buques de pesca del Real Decreto 1216/1997, de 18 de julio. (Véase: NTP 995. Buques de pesca: valoración de las condiciones de seguridad de los equipos de trabajo de a bordo).
- Durante la utilización de los equipos, el empresario (armador) debe cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud recogidas en el texto normativo y el Anexo II del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio y, en caso de ser aplicable, las que resulten del Real Decreto 1216/1997, de 18 de julio.
- Los tripulantes designados para el manejo de la maquinaria deben contar con la adecuada formación.
- Los operadores de las máquinas deben mantener visibles las máquinas así como a los trabajadores que estén faenando mientras estas estén en funcionamiento.
- Se debe priorizar el uso de máquinas que requieren una menor intervención manual de los tripulantes en las operaciones de lance y recogida del arte (por ejemplo, haladores de rodillo frente a maquinillas de cabirón cónico)
- Las partes móviles de las maquinas que pueden presentar peligro deben llevar protectores adecuados (resguardos y/o dispositivos de protección) para proteger a la tripulación.
- Las máquinas y resto de equipos de trabajo deben disponer de un manual de instrucciones para operación y mantenimiento, cuyas indicaciones deben ser respetadas (no permanecer en las inmediaciones de la maquinaria cuando ésta esté en funcionamiento; no dejarla desatendida estando en funcionamiento; utilizar ropa laboral ceñida y evitar complementos que puedan engancharse, uso de EPI adecuados…).
- En caso de que un mismo tripulante tenga que mandar una o varias máquinas (haladores, carreteles) y realizar otras operaciones (izado del arte, liberar el pescado enmallado, etc.), los mandos deberán ser accesibles desde los puestos que ocupen y se debe disponer de un dispositivo de parada de emergencia al alcance.

APARTADO II. Formas frecuentes de accidentes graves o mortales en Artes menores

Golpes contra elementos del buque

Medidas preventivas

- Disponer de iluminación adecuada tanto en las zonas de trabajo como de paso, así como en la sala de máquinas.
- Evitar o proteger de manera adecuada las partes salientes, las aristas cortantes y los ángulos agudos, especialmente los que se encuentren a la altura de la cabeza, puertas y lugares de baja altura.
- Estibar correctamente los cestos, bidones, cajas, nasas y otros útiles que puedan golpear a los trabajadores. Implementar medidas tales como topes para evitar el desplazamiento de cestos, cajas y otros útiles que puedan golpear a los trabajadores.
- Estibar las capturas de manera que se eviten movimientos peligrosos de las mismas.
- Proteger y señalizar los obstáculos a la altura de la cabeza (bandas amarillas y negras con 45° de inclinación).

Atrapamiento con el arte/aparejo (mallas, cabos, línea madre, sedales).

Medidas preventivas

- Procurar que la ropa no tenga salientes, evitar llevar relojes, joyas, etc. que puedan engancharse y tener un cuchillo a mano para cortar el arte/aparejo en caso de quedar enganchado.
- Almacenar el arte/aparejo en cajonadas o contenedores adecuados de manera que pueda salir libremente sin intervención de los tripulantes.
- Mantener una distancia de seguridad al arte/aparejo durante su lanzamiento. Evitar entrar en las cajonadas para librar enganches/enredos durante el lanzamiento (utilizar medios auxiliares).

Caída en el embarque/desembarque (buque-muelle, buque-buque, etc.)

Medidas preventivas

- Para el embarque/desembarque se utilizarán preferentemente pantalanes, escaleras estructurales, etc.
- Se considerarán elementos para facilitar el embarque/desembarque tales como peldaños en la parte interior de las amurada.
- Las zonas de acceso a la embarcación se mantendrán sin obstáculos fijos ni móviles (redes, envases apilados, etc.).
- Instalar aros salvavidas en las inmediaciones de las zonas de acceso o desembarque.
- Se extremarán las precauciones en caso de llevar las manos ocupadas con cajas, capachos, etc.
- En caso de emplear una chalana o similar, se fijaran antes de saltar para evitar una posible caída al mar por un golpe de mar.
- Si las condiciones de iluminación son insuficientes, se utilizarán linternas.

APARTADO III. Formas ocasionales de accidentes graves o mortales en Artes menores

Caída a distinto nivel (huecos, escotillas, etc.). por ejemplo, durante la estiba de las capturas al pasar el pescado a la bodega.

Medidas preventivas

- Escotillas y registros
  - En las embarcaciones con cubierta, mantener cerradas aquellas escotillas o registros que no se necesiten tener abiertos. Si deben permanecer abiertos se debe proteger todo su perímetro.
  - Durante la carga del pescado en la bodega, extre-

mar las precauciones evitando situarse demasiado al borde de la escotilla.
- Escaleras y escalas
  - Mantener las escalas y escaleras en buen estado de conservación.
  - Las escaleras y escalas, estarán en perfectas condiciones, sus peldaños serán de superficies antideslizantes y se instalarán barandillas laterales de protección
  - Mantener una limpieza periódica de las escaleras de servicio y colocar en los peldaños material antideslizante o cintas.

Caída al mar

Medidas preventivas

- Proteger el perímetro del buque con amuradas o barandillas de seguridad que proporcionen una altura de seguridad de, al menos, un metro sobre la cubierta.
- Cuando se desarrollen trabajos en cubierta en situaciones de mal tiempo o en trabajos en solitario, se recomienda utilizar chaleco o dispositivo de inflado automático.
- Evitar el trabajo en solitario en la cubierta en caso de mal tiempo
- En los trabajos en lugar expuesto o que haya que inclinarse por encima de la borda, se sujetarán con un sistema de retención.
- Evitar situarse sobre la regala, las barandillas y/o lugares donde sea fácil caer al agua, especialmente con mal tiempo.
- Extremar la precaución en el largado de la red y sobre todo al separar las trallas en enmalle. Evitar engancharse llevando ropa adecuada y no utilizar cadenas, anillos, etc.
- Tener dispuesto el aparejo de forma adecuada evitando pisarlo al largarlo.
- Extremar la precaución al intentar desenganchar el aparejo.
- En caso de mal tiempo se extremarán las precauciones y se evitará que los pescadores trabajen solos o sin vigilancia en cubierta.
- Evitar la instalación de equipos de manera que dificulten la vigilancia de las tareas desde el puente.

Golpe por rotura de elementos en tensión (cabos, sedales, elementos de unión, etc.)

Medidas preventivas

- Los elementos que se sometan a tensión deberán seleccionarse para soportar los esfuerzos previsibles y las condiciones ambientales, e instalarse, revisarse y mantenerse respetando las instrucciones del fabricante[1] .

Sobresfuerzos (en distintas tareas, por ejemplo, halado y estivado del aparejo, descarga y manipulación de capturas, etc.).

Medidas preventivas

- No acumular mucho aparejo, ir pasándolo a medida que se va levantando.
- Disponer de un espacio suficiente para la manipulación de capturas que no haga necesario la adopción de posturas forzadas.
- Disponer de mesas de trabajo de altura adecuada para la manipulación de capturas.
- Disponer de equipos de trabajo adecuados que permitan adquirir posturas correctas.
- Realizar alternancia de tareas para evitar la acumulación de esfuerzos y movimientos repetitivos sobre los mismos grupos musculares.
- Evitar el manejo manual de cargas superiores a 25 kg por una sola persona como regla general. Este límite debería reducirse a 15 kg en el caso de mujeres, hombres mayores o jóvenes.
- Usar medios de elevación o transporte auxiliares para las cargas pesadas, o manipularlas entre dos o más personas.
- Proporcionar a los trabajadores una adecuada formación e información sobre los métodos de trabajo, las condiciones de trabajo y los riesgos ergonómicos derivados de ellas.

Corte/golpes al procesar capturas. Golpes, cortes y pinchazos al desenmallar, clasificar, colocar en envases, o almacenar el pescado o marisco.

Medidas preventivas

- Conocimiento de las especies potencialmente peligrosas.
- Revisar las nasas antes de extraer las capturas.
- Utilizar guantes de protección adecuados para evitar cortes y pinchazos con las capturas.
- Los cuchillos deben tener los mangos en perfecto estado, estar bien afilados y deben guardarse en fundas mientras no se utilicen.

APARTADO IV. Otras formas de accidentes graves o mortales en Artes menores

Contacto eléctrico

Medidas preventivas

- Verificaciones periódicas de la instalación eléctrica, diferenciales, cableado, nivel de aislamiento y puesta a tierra de los equipos y sistemas eléctricos del buque.
- No utilizar bases de enchufe, clavijas o cables defectuosos ni realizar empalmes mediante cinta aislante o similar.
- Los cuadros eléctricos estarán protegidos, cerrados y correctamente señalizados.
- Las herramientas eléctricas dispondrán de protección adecuada contra la proyección de líquidos.
- En caso de mal tiempo se mantendrán cerrados los accesos a la cámara de máquinas.
- Para operaciones de mantenimiento eléctrico se eliminará la tensión o, si ello no fuera posible, se seguirán todas las disposiciones de seguridad establecidas en 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.

Ahogamiento por hundimiento del buque

Medidas preventivas

- El patrón dispondrá de toda la información sobre las características de estabilidad del buque, cuyas instrucciones deben observarse estrictamente.

1. *Véase también las referencias a las disposiciones normativas señaladas en las medidas preventivas de la forma de accidente: ATRAPAMIENTO ENTRE PARTES MÓVILES DE EQUIPOS DE TRABAJO*

- Revisar periódicamente el estado del casco.
- Tener siempre encendidos los aparatos de navegación.
- Los medios de salvamento y supervivencia deben estar identificados adecuadamente y ser revisados periódicamente.
- Realizar simulacros periódicamente.
- Garantizar la estabilidad del buque respecto de las cargas: estibar correctamente cajas, capturas, etc. repartiendo convenientemente los pesos y flejándolos y sujetándolos adecuadamente para evitar los corrimientos.
- Tomar las precauciones necesarias para evitar la escora de la embarcación al engancharse el arte/aparejo con otros aparejos propios o de otras embarcaciones o con rocas u otros objetos. Vigilar constantemente el tiro del arte y ante una situación de riesgo, cortarlo.
- No sobrecargar el buque con pesos elevados. No navegar con la marca del francobordo sumergida.

Exposición a sustancias peligrosas

Medidas preventivas

- Mantenimiento y ventilación de la sala de máquinas.
- Si hay espacios confinados, el acceso se realizará mediante un procedimiento de trabajo adecuado.
- Se tendrá la menor cantidad posible de producto almacenado, en sus recipientes originales y debidamente etiquetados, no mezclando productos incompatibles.
- Cuando sea necesario se utilizarán los equipos de protección individual adecuados.

Incendio y explosión

Medidas preventivas

- No se estibarán bombonas de gas, en espacios cerrados, salas de máquinas o cerca de los escapes.
- Se dispondrá de medios contra incendios según normativa, realizando simulacros periódicamente. Los posibles focos de ignición estarán identificados. Las materias y productos inflamables estarán correctamente almacenados en armarios protegidos y convenientemente señalizados.
- Mantenimiento periódico de las baterías. Cubrir las abrazaderas de los bornes con vaselina. No dejar objetos metálicos sobre las mismas. Proteger de chispas.

Contacto con temperatura alta.

Medidas preventivas

- Instalar aislamientos en las zonas donde se pueda entrar con contacto con superficies calientes ya sea de maquinaria, equipos o circuitos, especialmente en las partes del motor que puedan producir quemaduras y escapes.
- Cuando no pueda protegerse adecuadamente una zona peligrosa por la temperatura, se acotará. Realizar un mantenimiento adecuado de los circuitos.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Causas de los Accidentes Marítimos muy graves en la Pesca 2008-2013
INSST, 2014

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
Documentos técnicos. Caracterización de la siniestralidad en la actividad pesquera.
INSST, 2016.

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES MARÍTIMOS (CIAIM)
Informes de investigación de accidentes marítimos muy graves en buques de pesca 2008-2013
[En línea: / https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/ciaim]

INSTITUTO GALEGO DE SEGURIDADE E SAÚDE LABORAL (ISSGA)
Prevención de riesgos laborales en el sector de la bajura. Pesca, marisqueo y acuicultura
ISSGA, 2010
Disponible en: https://issga.xunta.es/portal/contido/documentacion/publicacions/area-tecnica/doc_0060.html?lang=es

INSTITUTO GALEGO DE SEGURIDADE E SAÚDE LABORAL (ISSGA)
Prevención de riesgos laborales en la pesca con artes de enmalle. Folla de prevención nº 29.
Disponible en: https://libraria.xunta.gal/es/folla-de-prevencion-no-29-prevencion-de-riesgos-laborales-en-la-pesca-con-artes-de-enmalle-sistemas

FEGAPESCA (Federación Empresarial Gallega de Productores de Pesca) y Xunta de Galicia.
Difusión y gestión del conocimiento preventivo a borde de buques pesqueros de la provincia de Pontevedra. 2014.
Disponible en: http://emprego.ceei.xunta.gal/export/sites/default/Biblioteca/Documentos/Contidos_Estandar/prevencion_riscos_laborais/materiais_subvencionados/2014/FEGAPESCA_buques_pesca_pontevedra.pdf

COOPERATIVA DE ARMADORES DE PESCA DEL PUERTO DE VIGO – ARVI
Estudio y herramienta práctica en el sector pesquero. Artes menores: nasas y enmalle. Flota de bajura. 2010.
Disponible en: http://www.arvi.org/publicaciones/coapre/MAN04.pdf

FEDEPESCA, Federación Nacional de Asociaciones Provinciales de Empresarios Detallistas de Pescados y Productos Congelados
Guía técnica sobre Artes de Pesca.
Disponible en: http://fedepesca.org/guia-tecnica-sobre-artes-de-pesca/

INSPECCIÓN DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL (ITSS)
Información estadística derivada de las investigaciones de accidentes de trabajo graves, muy graves y mortales ocurridos en buques de pesca entre 2011-2018.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.156

Esparcidoras de purín: seguridad

Slurry tanker: Safety
Épandeur de lisier: Sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Tamara Ruiz Rodríguez
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST

Esta NTP recoge, de forma resumida, los peligros significativos, los requisitos de seguridad y las medidas de reducción del riesgo y de protección, así como la información para la utilización, en relación con las esparcidoras de purín, tomando como referencia el contenido de la norma UNE-EN 707. Para mayor información se recomienda consultar dicha norma.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Las esparcidoras de purín son unas máquinas especialmente diseñadas para la manipulación, el transporte y la distribución de purín o estiércol líquido.

Las esparcidoras de purín se clasifican, en función del tipo de sistema de distribución del estiércol líquido, en:

a) Esparcidoras de purín con distribuidor neumático: la energía necesaria para su llenado y para la posterior distribución del producto es proporcionada por un compresor, que crea un vacío o una presión en el interior de la cisterna.
b) Esparcidoras de purín con distribuidor mecánico: en ellas la energía requerida para su llenado y para la distribución del producto es suministrada por una bomba.

Las esparcidoras de purín también pueden clasificarse, según la forma de distribución del purín, en:

a) Esparcidoras de purín con sistema de distribución extendido por toda la superficie (boquillas proyectoras).
b) Esparcidoras de purín con sistema de localización en superficie (tubos colgantes, figura 1).
c) Esparcidoras de purín con sistema de localización en profundidad (inyectores, figura 2).

Figura 1. Esparcidora de purín de tres ejes con sistema de localización en superficie (aplicador de tubos colgantes).

Figura 2. Esparcidora de purín autopropulsada con sistema de localización en profundidad.

La comercialización de las esparcidoras de purín está sujeta a las disposiciones establecidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (transpuesta por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas). La evaluación de riesgos que debe realizar el fabricante permite determinar los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables al diseño de este tipo de máquinas.

La norma UNE-EN ISO 12100 establece los principios generales a considerar en el diseño de máquinas, mientras que la norma UNE-EN ISO 4254-1 especifica los requisitos generales de seguridad que se aplican a la maquinaria agrícola.

De forma específica, la norma UNE-EN 707 está referida a las esparcidoras de purín remolcadas, semisuspendidas y autopropulsadas, y debe utilizarse junto con la norma UNE-EN ISO 4254-1. El cumplimiento de las especificaciones de estas normas confiere la presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables a las esparcidoras de purín.

Las normas citadas pueden servir de referencia al empresario con ocasión de la gestión de compra de la máquina o durante el procedimiento de evaluación de riesgos

para verificar el cumplimiento del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO

Las esparcidoras de purín pueden ser autopropulsadas, pero lo más común es que sean remolcadas o semisuspendidas.

Las más empleadas son las que disponen de distribuidor de tipo neumático (con compresor).

Están constituidas por los siguientes componentes, en términos generales:

– Una cisterna, montada sobre un chasis de uno o varios ejes. Suele ser de acero inoxidable o galvanizado en caliente, pudiendo ser también de plástico o resina en aquellas en las que el distribuidor es de tipo mecánico (figura 3).

Figura 3. Cisterna de acero galvanizado.

– Un dispositivo de llenado y vaciado de la cisterna, consistente en la mayoría de los casos en un compresor (figura 4), que es accionado por el tractor a través de un eje cardánico. El llenado de la cisterna se realiza a partir del vacío generado por el compresor en el interior de la misma. El purín es conducido desde la fosa de almacenamiento hasta la cisterna a través de una manguera o un brazo de llenado. El vaciado de la cisterna se realiza igualmente por acción del compresor: tras invertir el sentido del flujo del mismo, se genera una sobrepresión en el interior de la cisterna que permite la salida y distribución del purín. En las esparcidoras de purín con distribuidor mecánico el compresor es sustituido por una bomba que permite el llenado y el vaciado de la cisterna mediante la aspiración e impulsión del purín.

Figura 4. Compresor.

– Un brazo de llenado y/o una manguera de aspiración (figura 5), cuya función es aspirar el purín y cargar la cisterna.

Figura 5. Brazo de llenado y manguera de aspiración.

– Un dispositivo de distribución o de inyección. Existe una amplia variedad de dispositivos. El más simple consiste en una boquilla única con plato de choque que provoca la fragmentación y difusión del chorro, distribuyendo el producto sobre una amplitud de 5-10 metros. También existen distribuidores consistentes en una barra de distribución con varias boquillas y platos de choque, con tubos flexibles colgantes o con rejas para enterrado en profundidad (inyección), entre otros.
– Válvula de seguridad (en esparcidoras de purín con distribuidor neumático): protege la cisterna de las sobrepresiones y de los riesgos de estallido o explosión (figura 6).
– Conexiones hidráulicas (control de la válvula de distribución, del brazo de llenado hidráulico, del sistema de frenado hidráulico, etc.), neumáticas (sistema de frenado neumático, figura 6) y eléctricas (señalización, mandos, etc.).

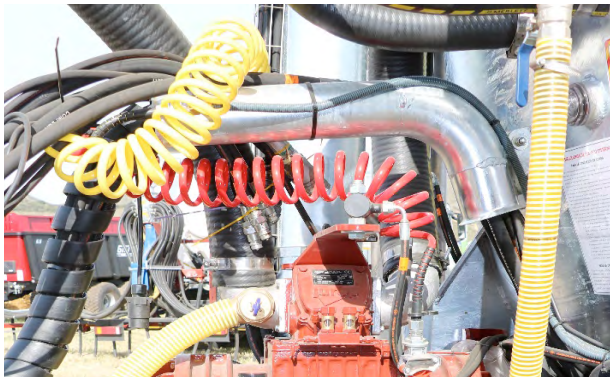


Figura 6. Válvula de seguridad y conexiones hidráulicas y neumáticas.

3. PELIGROS SIGNIFICATIVOS

El anexo A de la norma UNE-EN 707 contiene una lista de peligros que han sido identificados como significativos y que requieren acciones específicas en el diseño para la eliminación o reducción del riesgo.

Estos peligros han sido considerados predecibles cuando las esparcidoras de purín son utilizadas en las condiciones previstas por el fabricante. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

1. Peligros de aplastamiento y de cizallamiento originados por el brazo de llenado, la barra de distribución o de inyección, o debidos a la falta de estabilidad estática de la máquina durante el estacionamiento. También pueden existir puntos de cizallamiento y pinzamiento en el puesto de trabajo del operador en los lugares destinados a colocar los dispositivos de elevación (gatos).
2. Peligro de enganche, arrastre o atrapamiento en los elementos de la transmisión de potencia, durante el accionamiento de los órganos de accionamiento manual del compresor o de la bomba, debido a la proximidad de dichos mandos con el eje cardánico.
3. Peligros de corte o de seccionamiento originados por el movimiento de los componentes plegables de la barra de distribución o de inyección, y de impacto, corte o seccionamiento debidos a un posible fallo del circuito de control de la regulación de la altura de dicha barra.
4. Peligros eléctricos debidos a la aproximación de las barras de distribución o de inyección, de los brazos de llenado o de otros componentes plegables o giratorios de la máquina a líneas eléctricas aéreas.
5. Ruido producido principalmente por el compresor o por la bomba, los aceleradores de llenado, los sistemas hidráulicos y los dispositivos de corte.
6. Peligros producidos por el contacto o la inhalación de sustancias peligrosas procedentes de la cisterna, así como los derivados de la presencia de gases de escape o de la falta de oxígeno en el puesto de trabajo del operador.
7. Peligro de explosión en las esparcidoras de purín con distribuidor de tipo neumático (compresor), debido a un exceso de presión en el interior de la cisterna.
8. Peligros de deslizamiento, atrapamiento o caída de personas, en relación con la utilización de plataformas y medios de acceso a determinadas partes de la máquina -no alcanzables desde el suelo-, así como la caída de personas durante el acceso o la salida del puesto de trabajo a través de dichos medios de acceso y plataformas.
9. Peligros derivados de la falta de estabilidad dinámica de la máquina durante su manejo y a la posibilidad de vuelco de la misma.

Los requisitos de seguridad y la información para la utilización en relación con el eje cardánico y su resguardo pueden consultarse en la norma UNE-EN 12965. Los elementos móviles para transmisión de potencia situados en la máquina deben estar protegidos mediante resguardos.

4. REQUISITOS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO Y DE PROTECCIÓN

El apartado 4 de la norma UNE-EN 707 contiene los requisitos de seguridad y medidas de reducción del riesgo y de protección aplicables en el diseño de las esparcidoras de purín, que se presentan a continuación de forma resumida y no exhaustiva.

4.1. Requisitos generales

4.1.1. Órganos de accionamiento manual

Este apartado está referido a los órganos de accionamiento manual necesarios para la puesta en marcha y la parada del dispositivo de distribución de purín y a los órganos de accionamiento manual del compresor o de la bomba.

Los requisitos que deben cumplir los órganos de accionamiento manual, para evitar los peligros de corte o seccionamiento, enganche, arrastre o atrapamiento, son los siguientes:

– Los órganos de accionamiento manual de la distribución de purín se deben accionar desde el puesto de conducción.
– Los órganos de accionamiento manual del compresor o de la bomba se deben accionar preferentemente desde el puesto de conducción. Si esto no fuera posible, se debe disponer de un órgano de accionamiento manual a cada lado de la cisterna, que sea accesible desde el suelo y situado a una distancia horizontal mínima de 550 mm desde el eje cardánico, en dirección perpendicular a dicho eje (figuras 7a y 7b).

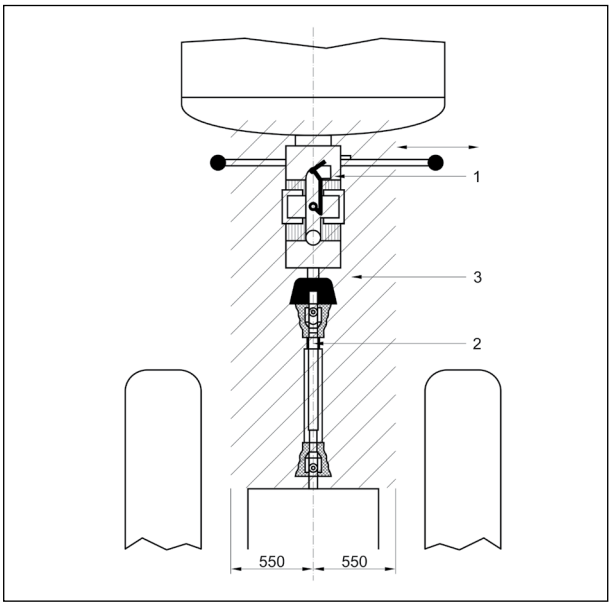
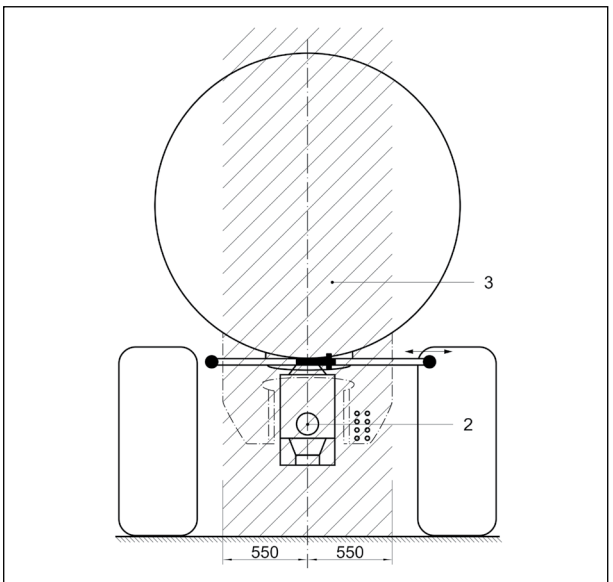


Figura 7a. Vista superior de la ubicación de los órganos de accionamiento manual del compresor o de la bomba.



Leyenda:

1. Compresor o bomba
2. Eje cardánico
3. Zona de peligro

Figura 7b. Vista delantera de la ubicación de los órganos de accionamiento manual del compresor o de la bomba.

Las funciones correspondientes a las diferentes posiciones de los mandos manuales deben estar claramente identificadas.

4.1.2. Cisterna

Bocas de llenado o de limpieza

La cisterna debe disponer de una o varias bocas de dimensiones suficientes y situadas de forma que permitan la realización de las tareas periódicas de revisión y mantenimiento, la limpieza efectiva de todo el interior o la eliminación de obstrucciones sin necesidad de acceder al interior. Estas bocas no deben tener un diámetro mayor de 400 mm, ni unas dimensiones mayores de 400 mm x 300 mm si son rectangulares.

En el caso de que las bocas fueran de tamaño superior al indicado, deben disponer de rejillas, cuyas aberturas no superen dichas dimensiones y que únicamente puedan retirarse con la ayuda de herramientas.

Las tapaderas de las bocas de limpieza o de llenado de la cisterna deben estar diseñadas, o equipadas con un dispositivo, de forma que se impida su cierre no intencionado. En los casos en los que el cierre de estas tapaderas se controle hidráulicamente, el órgano de accionamiento manual debe accionarse desde el puesto de conducción y las conexiones de acoplamiento de las mangueras hidráulicas al tractor deben estar claramente identificadas.

Bocas de registro

Si existen, las bocas de registro para acceder al interior de la cisterna deben tener un diámetro mínimo de 600 mm.

Debe impedirse el acceso de cuerpo entero mediante rejillas desmontables únicamente con herramientas.

Las tapaderas deben estar diseñadas de forma que puedan abrirse y cerrarse manualmente y su masa no debe ser superior a 25 kg. Aquellas que tengan bisagras deben estar diseñadas, o provistas de dispositivos, de forma que se impida su cierre accidental.

Compuertas rompeolas

Las cisternas de capacidad igual o superior a 6.000 litros deben estar provistas de pantallas o compuertas rompeolas, distribuidas de la forma más homogénea posible. Su número dependerá de la capacidad de la cisterna (véase tabla 1).

Capacidad de la cisterna (L)	Número mínimo de compuertas rompeolas
6.000 ≤ C < 10.000	1
10.000 ≤ C < 15.000	2
15.000 ≤ C < 22.000	3
C ≥ 22.000	4

Tabla 1. Número mínimo de compuertas rompeolas según la capacidad de la cisterna.

Las compuertas deben ser perpendiculares a la dirección de avance de la máquina y cada una de ellas debe ocupar al menos una superficie igual a dos terceras partes del área de la sección transversal de la cisterna (figura 8).

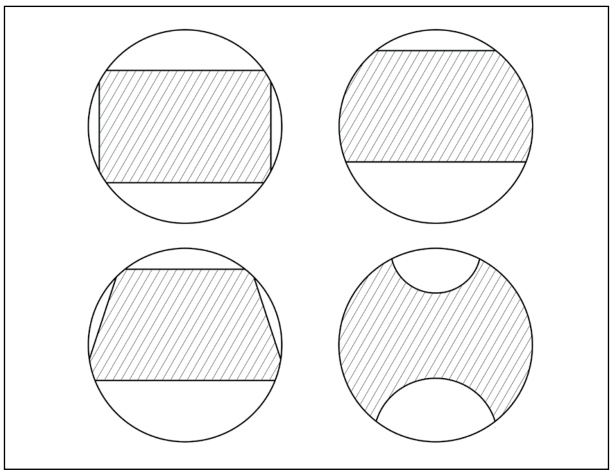


Figura 8. Tipos de compuertas rompeolas.

Tanto las compuertas como sus fijaciones deben ser resistentes a la corrosión.

Brazo de llenado

El órgano de accionamiento manual del brazo de llenado, en su caso, debe ser de acción mantenida y se debe accionar desde el puesto de conducción, siendo visible toda la zona de movimiento del brazo.

4.1.3. Barra de distribución o de inyección

Componentes plegables

Las barras que puedan plegarse y desplegarse manualmente deben estar equipadas con dos empuñaduras situadas a una distancia mínima de 300 mm de la articulación más próxima, y estar claramente identificadas. Su manipulación, durante las operaciones de plegado/desplegado, no debe requerir una fuerza manual superior a 250 N.

En el caso de accionamiento mecánico, el órgano de accionamiento manual debe ser de acción mantenida y estar situado fuera de la zona de giro.

La barra debe disponer de un dispositivo de bloqueo que impida que se mueva cuando está plegada en posición de transporte.

El dispositivo de bloqueo y las acciones de plegado y desplegado de la barra deben controlarse mediante sistemas separados.

Regulación de la altura de la barra

La regulación de la altura de la barra no debe requerir una fuerza manual superior a 250 N.

En el caso de que la altura de la barra se regule mediante un cabestrante, este se debe accionar desde el suelo, ser autobloqueante y debe soportar al menos un peso igual al doble del peso de la barra.

Los medios utilizados para regular la altura de la barra (por ejemplo, cables de acero) deben resistir al menos una carga igual a cuatro veces el peso de la barra.

En el caso de regulación mecánica, el órgano de accionamiento manual debe ser de acción mantenida y se debe accionar desde el puesto de conducción. La posición de la barra se debe bloquear para realizar las operaciones de

revisión y mantenimiento. La máquina debe estar equipada con un dispositivo que limite la velocidad máxima de descenso de la barra a 10 mm/s.

Los dispositivos de inyección deben estar en contacto con el suelo antes de accionar el órgano de accionamiento manual para enterrar los dispositivos de inyección.

Vaciado de la barra

El contenido de la cisterna se debe aislar de la barra, de forma que esta se pueda vaciar de forma independiente en su posición baja, para el transporte, el mantenimiento, el desmontaje y el almacenamiento.

4.1.4. Medios de acceso y plataformas

La esparcidora de purín debe disponer de medios de acceso y plataformas apropiados, que cumplan con lo establecido en la norma UNE-EN ISO 4254-1, en el caso de que el operador deba acceder, durante su normal funcionamiento, a determinadas partes de la máquina que no sean alcanzables desde el suelo (por ejemplo, a bocas superiores de la cisterna, al distribuidor de la barra de distribución, a dispositivos de corte del suelo, tamices, etc.).

Los elementos de la barra de distribución o de inyección no deben utilizarse como asideros de los medios de acceso.

4.1.5. Estabilidad e inmovilización de las esparcidoras de purín

Estabilidad dinámica

Las máquinas deben presentar suficiente estabilidad durante los desplazamientos. Se considera que se cumple dicho requisito cuando el ángulo de inclinación estático es de al menos 23° con respecto al eje más desfavorable de la máquina, con la máquina en plena carga.

Estabilidad estática (freno de estacionamiento)

Las esparcidoras de purín deben disponer de frenos de estacionamiento, que permitan mantener la máquina cargada inmóvil y detenida sobre una pendiente del 18 %, en sentido ascendente o descendente.

Si las esparcidoras de purín disponen de cuñas, debe preverse un lugar sobre ellas para su almacenamiento cuando no se utilicen, de forma que no se separen de la máquina de forma involuntaria ni se muevan libremente durante su desplazamiento.

Las cuñas de las ruedas deben ser seguras durante su funcionamiento y ser accesibles desde el exterior de la máquina. El dispositivo de fijación debe estar situado, preferiblemente, en la parte delantera o a poca distancia de las ruedas.

4.1.6. Contacto de los componentes plegables con líneas eléctricas aéreas

Para evitar el riesgo de contacto con líneas eléctricas aéreas, las barras de distribución o de inyección deben plegarse y desplegarse sin que superen los 4 m de altura.

Cuando durante las operaciones de plegado o desplegado de las barras de distribución o de inyección, del brazo de llenado o de otros componentes plegables o giratorios de la máquina, el conjunto pueda superar los 4 m de altura, deberá indicarse esta circunstancia en una etiqueta colocada sobre la máquina con el fin de informar al operador acerca de la altura que pueden superar los elementos plegables y del peligro potencial de contacto con líneas eléctricas aéreas (figura 9). En las máquinas equipadas con pantalla debe aparecer un aviso en la misma acerca de la posibilidad de contacto con líneas eléctricas aéreas.

Figura 9. Ejemplo de etiqueta. Los valores indicados se muestran a modo de ejemplo.

4.2. Requisitos aplicables a las esparcidoras de purín con distribuidor mecánico

Las esparcidoras de purín accionadas mediante una bomba deben disponer de un aliviadero con una sección mínima igual o superior a la sección del suministro, para evitar que se generen sobrepresiones por un exceso de llenado. Además, con el objetivo de evitar que el operador pueda entrar en contacto con líquidos y gases, el aliviadero debe estar situado de tal forma que su salida no se efectúe en la dirección del puesto de trabajo del operador.

4.3. Requisitos aplicables a las esparcidoras de purín con distribuidor neumático

4.3.1. Tapaderas

Las esparcidoras de purín accionadas mediante compresor deben disponer de un dispositivo que impida la apertura inicial de las tapaderas hasta que se haya eliminado completamente cualquier presión que pudiera existir en el interior de la cisterna.

4.3.2. Manómetro

Estas esparcidoras deben disponer de un manómetro de un diámetro mínimo de 100 mm, que permita la lectura de la presión de trabajo desde el puesto de conducción, y que esté diseñado o situado de forma que no se vuelva inoperativo debido al contenido de la cisterna ni pueda bloquearse mediante una válvula de corte situada entre este y la cisterna.

La presión máxima admisible debe estar marcada sobre el manómetro (mediante un trazo rojo, por ejemplo) y debe estar protegido o situado de forma que se minimicen los daños accidentales.

4.3.3. Válvula de seguridad

Estas esparcidoras deben disponer de una válvula de seguridad que cumpla con los siguientes requisitos:

- estar diseñada y regulada de forma que impida que se supere en más de un 10% la presión máxima admisible indicada por el fabricante,
- estar diseñada de forma que no sea posible regularla a una presión superior a la presión indicada por el fabricante y que se evite que pueda quedar inoperativa debido al contenido de la cisterna,
- estar diseñada de forma que, si el contenido de la cisterna puede entrar en contacto con la válvula, el diámetro mínimo de la sección de paso del purín sea de 150 mm,
- la evacuación de los líquidos o gases no tenga lugar

en dirección a la posición de trabajo del operador,
– estar protegida o situada de forma que se minimicen los daños accidentales.

Figura 10. Acelerador de llenado.

4.3.4. Acelerador de llenado

Con el fin de evitar un sobrellenado involuntario, las esparcidoras de purín con distribuidor neumático que dispongan de acelerador de llenado automático (figura 10) deben disponer de un dispositivo de parada automática de dicho acelerador de llenado.

5. INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN

El apartado 6 de la norma UNE-EN 707 proporciona información referida al contenido del manual de instrucciones y al marcado de las esparcidoras de purín.

5.1. Manual de instrucciones

El contenido del manual de instrucciones debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

– La capacidad de la cisterna y la masa de los elementos desmontables (por ejemplo: tapaderas).
– La velocidad máxima de desplazamiento por diseño, y la necesidad de ajustar la velocidad en función de la carga y, en particular, al girar y en terrenos inclinados.
– La advertencia de que la máxima pendiente permitida depende de la anchura de vía del tractor.
– Las señales de seguridad y su posición en la máquina.
– Las funciones e instrucciones de uso de todos los órganos de accionamiento manual.
– Los procedimientos de enganche y desenganche de la máquina con el tractor de forma segura.
– El operador debe asegurarse de que ninguna persona se encuentra en las proximidades de la máquina antes de realizar cualquier operación con la esparcidora de purín.
– El peligro de contacto con líneas eléctricas aéreas para las máquinas que superen los 4 m de altura durante cualquier modo de funcionamiento.
– Los lugares destinados a colocar los gatos deben estar claramente indicados y debe describirse el procedimiento para cambiar las ruedas, incluyendo la descripción de los gatos y sus posiciones, así como la necesidad de contactar con personal técnico especializado en caso necesario.
– El procedimiento a seguir en caso de accidente o avería y para desbloquear el equipo de forma segura en caso de que sea probable un bloqueo con algún material.
– El peligro de la existencia de gases tóxicos e inflamables dentro de la cisterna, de manejar una llama abierta cerca, y las instrucciones para evitar tales peligros, así como los procedimientos para eliminar los gases de la cisterna antes de realizar cualquier trabajo de soldadura o mantenimiento.
– Se debe incluir la advertencia de que el acceso a través de las bocas de registro de la cisterna solo está permitido para el personal profesional de mantenimiento que vaya a realizar tareas no asociadas al normal funcionamiento, y de revisión y mantenimiento (como, por ejemplo, una reparación).
– Los peligros derivados de la utilización de la máquina para el transporte o el esparcimiento de otros productos que no sean purines, tales como agua, lodos de depuración y, en particular, de aquellos que puedan dañar la bomba o la cisterna o la sobrecarguen (cal, fertilizantes líquidos, etc.).
– La necesidad de mantener la cisterna lo suficientemente limpia para asegurar que las informaciones marcadas permanezcan legibles.
– Los procedimientos de plegado, desplegado y transporte de la barra y del brazo de llenado y los peligros resultantes de la combinación, asociación o acoplamiento de barras de distribución o de inyección.
– Las advertencias relativas a las medidas de seguridad cuando la máquina y sus componentes están detenidos.
– La descripción de un método de acceso seguro para su limpieza o mantenimiento.

Además, el manual de instrucciones de las esparcidoras de purín con distribuidor neumático debe precisar lo siguiente:

– las tapaderas y las bocas deben estar correctamente cerradas y el par de apriete indicado en N m,
– la periodicidad y los procedimientos de verificación relacionados con la presurización de la cisterna (control visual de las soldaduras, del manómetro y de la válvula de seguridad),
– los peligros relacionados con el almacenamiento de la cisterna bajo presión o cuando no está vacía, en particular el peligro de presurización,
– los trabajos exteriores sobre la cisterna deben realizarse únicamente en ausencia de presión interna de esta.

Para obtener información más detallada sobre el contenido del manual de instrucciones puede consultarse el apartado 6.1 de la norma UNE-EN 707.

5.2. Marcado

Todas las máquinas deben llevar, como mínimo, de forma legible e indeleble, además de lo señalado en el Real Decreto 1644/2008, las siguientes informaciones:

– la frecuencia nominal de giro y el sentido de rotación del árbol receptor (marcado con una flecha), cuando sea aplicable,
– la presión admisible,
– la capacidad de la cisterna,
– la masa de las barras de distribución o de inyección.

Los compresores deben llevar de manera legible e indeleble las siguientes informaciones:

– el número de serie,
– el caudal,

- el año de fabricación,
- la presión admisible, la frecuencia de giro y el sentido de rotación del compresor (marcado con una flecha).

Las máquinas deberán asimismo recoger las siguientes informaciones:

- una advertencia relativa a la posible presencia de gases tóxicos en la cisterna,
- los pictogramas correspondientes al peligro de explosión y al peligro de asfixia,
- una advertencia relativa a la prohibición de estar subido a la máquina cuando está en movimiento,
- una etiqueta que indique las alturas que puede alcanzar la máquina, medidas desde el suelo, en las posiciones más elevadas, estando los componentes plegables desplegados (figura 9). Esta etiqueta debe estar situada en la parte delantera de la esparcidora y ser visible desde el puesto de conducción,
- los puntos de colocación de los dispositivos de elevación deberán indicarse conforme a la norma UNE-EN ISO 4254-1,
- una etiqueta advirtiendo al operador acerca de la zona de peligro alrededor del eje cardánico y de que debe mantenerse alejado de dicha zona.

BIBLIOGRAFÍA

Bueno Lema, J., Pereira González, J. M. Maquinaria especializada en distribución de fertilizantes orgánicos. Vida rural, ISSN 1133-8938, Nº 227, 2006, pág. 46.

Luxen, P., et Godden B. Les livrets de l'agriculture. Les engrais de ferme: les lisiers. Namur: Service Public de Wallonie, 2015.

Ortiz-Cañavate, J. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 2003.

NORMATIVA

Legal

Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (BOE de 11 de octubre).

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE de 7 de agosto).

Técnica

UNE-EN ISO 12100:2012
Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

UNE-EN ISO 4254-1:2016
Maquinaria agrícola. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 707:2020
Maquinaria agrícola. Cisternas esparcidoras de purín. Seguridad.

UNE-EN 12965:2004+A2:2009
Tractores y maquinaria agrícola y forestal. Ejes de transmisión de potencia a cardan y sus protecciones. Seguridad.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.157

Sierra circular de mesa para obras (I). Elementos de seguridad

Scie circulaire à table de chantier. Sécurité.
Circular saw for construction. Safety

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad
y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Javier Pla Figueroa
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Esta NTP (que sustituye a la NTP 96) describe las condiciones de seguridad en la utilización de las sierras circulares de mesa para obras de uso en el sector de la Construcción. Se realiza una descripción del equipo de trabajo y se indican sus principales elementos de seguridad.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La sierra circular de mesa para obras es utilizada principalmente en el sector de la Construcción y en toda aquella obra que trabaje con la madera, como materia prima, que precise ser cortada. Aunque se trata de una máquina ligera y sencilla, su uso implica la exposición del trabajador a distintos riesgos cuyas consecuencias pueden llegar a ser muy graves, principalmente corte y amputaciones por contacto con el disco en movimiento y lesiones diversas por proyección de partículas de los objetos cortados o el propio disco al romperse.

El objetivo de esta NTP es dar a conocer las características de este equipo de trabajo y sus principales elementos de seguridad.

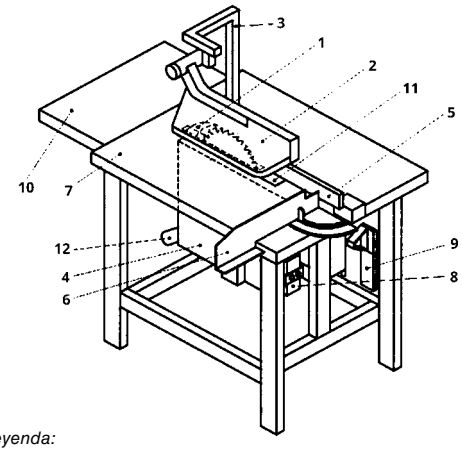
2. SIERRA CIRCULAR

La sierra circular de mesa es una máquina alimentada manualmente (interviene el operario dirigiendo mediante un empujador o elemento equivalente la pieza que va a ser mecanizada), montada sobre una superficie de trabajo con una ranura que aloja y permite el giro del disco de corte. Sobre la ranura se desliza la pieza de madera que se desea cortar en dirección al punto de corte.

El disco de corte se llama convencionalmente disco de Widia (carburo de tungsteno o carburo de wolframio), si bien solo es de este material el recubrimiento metálico de los dientes de corte. El disco en movimiento puede girar a gran velocidad, siendo su dureza la que proporciona un corte rápido y eficiente.

Los principales componentes, ubicación y características de la sierra circular se describen en la Norma **UNE-EN ISO 19085-10:2020** Máquinas para trabajar la madera. Seguridad, y en otras normas emitidas con anterioridad a esta, como la UNE-EN 1870-19:2014 Seguridad de las máquinas para trabajar madera. Sierras circulares* (véase figura 1).

*Las normas UNE establecen criterios técnicos de reconocido prestigio y no son de obligado cumplimiento salvo que así se establezca en alguna disposición normativa.



Leyenda:

1. *Cuchilla divisora*
2. *Resguardo del disco de corte*
3. *Soporte del resguardo del disco de corte*
4. *Resguardo fijo por debajo de la mesa*
5. *Guía para el corte longitudinal*
6. *Guía para el tronzado*
7. *Mesa de la máquina*
8. *Mandos de accionamiento*
9. *Empujador*
10. *Prolongación de la mesa*
11. *Placa amovible*
12. *Lugar para una boca de extracción*

Figura 1. Partes principales de una sierra circular. (Fuente: UNE-EN 1870-19:2014 Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Sierras circulares)

Entre dichos componentes, es importante diferenciar una serie de elementos, que se pueden agrupar en: elementos de carácter estructural, elementos necesarios para la acción mecánica de corte, elementos destinados a la protección del usuario y elementos complementarios de seguridad. A continuación se desarrolla cada uno de ellos.

Elementos de carácter estructural

Del conjunto de elementos estructurales se destacan los siguientes:

Bastidor metálico: es el elemento que contiene los órganos principales de la máquina (sierra de corte, elementos de transmisión, armario eléctrico de mando). Debe ser lo suficientemente pesado para absorber las vibraciones.

Mesa: es la superficie de trabajo sobre la cual se colocará el material que precisa ser mecanizado. Puede ser de aleación ligera, de chapa de acero o fundición.

Las dimensiones mínimas de la máquina en función del diámetro de la hoja de la sierra y las medidas mínimas de la mesa pueden ceñirse, por ejemplo, a lo dispuesto en la Norma UNE-EN ISO 19085-10:2020, mencionada anteriormente.

Elementos necesarios para la acción mecánica de corte

Dentro de este grupo se encuentran el propio disco de corte, los elementos de transmisión, el motor y los órganos de accionamiento.

Disco de corte: es el elemento que directamente ejerce la acción mecánica sobre el material a cortar. Sus características han de ser adecuadas al material a cortar, pudiendo para ello seguirse los criterios de la Norma UNE-EN 847-1:2018 Herramientas para trabajar la madera. Requisitos de seguridad. Parte 1: Herramientas de fresado, hojas de sierras circulares.

Generalmente, se puede regular en altura y el paso de los dientes y su número depende del tipo de trabajo a realizar. Los dientes tienen forma de "gancho", a modo de "anzuelo" de caña de pesca (véase figura 2). Con el giro del disco, la madera va siendo atrapada por la forma de los dientes y atraída en la dirección del corte.

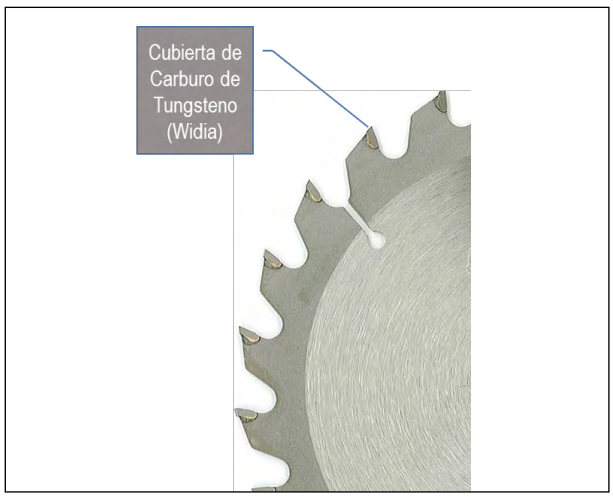


Figura 2. Forma de los dientes de la sierra circular. (Fuente: SIMA. Dossier informativo – Cortadora de Madera Handsafe, 2019, página 9)

El disco debe llevar un marcado permanente que contenga los siguientes datos:

- Nombre y marca comercial del fabricante o suministrador
- Velocidad máxima de rotación, por ej. max 4500 rpm
- Velocidad de corte variable
- Dimensiones: diámetro de corte x anchura x diámetro de escariado
- Símbolo del grupo de matriales de corte por ej. HW carburo de tungsteno

El disco debe llevar un marcado permanente que contenga los siguientes datos:

La velocidad de corte se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V = \pi \times D \times n / 1000 \quad (m/min)$$

donde:

n = velocidad de rotación del disco (rpm).
D = diámetro (mm).

Elementos de transmisión: son componentes situados en el interior del bastidor del equipo. La transmisión del movimiento puede realizarse de dos formas: a) De forma indirecta, mediante correa, en cuyo caso la altura del disco sobre la mesa es regulable. b) De forma directa, del motor al disco, en cuyo caso el bastidor es abierto (mesa apoyada sobre cuatro pies).

Motor: es el componente del equipo capaz de hacerlo funcionar, transformando la energía eléctrica en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. Tiene una potencia variable de 2 a 4 CV.

Órganos de accionamiento: son elementos que permiten poner en funcionamiento el equipo o detenerlo. Así, cabe diferenciar: órganos de puesta en marcha, ór-ganos de parada y, en su caso, órganos de parada de emergencia.

Elementos destinados a la protección del usuario

A modo orientativo, en este grupo se encuentran elementos tales como la cuchilla divisora, el resguardo inferior de protección del disco, el resguardo regulable superior y la puerta de acceso para el cambio de la velocidad de giro.

Los principales elementos de protección se muestran en la figura 3.

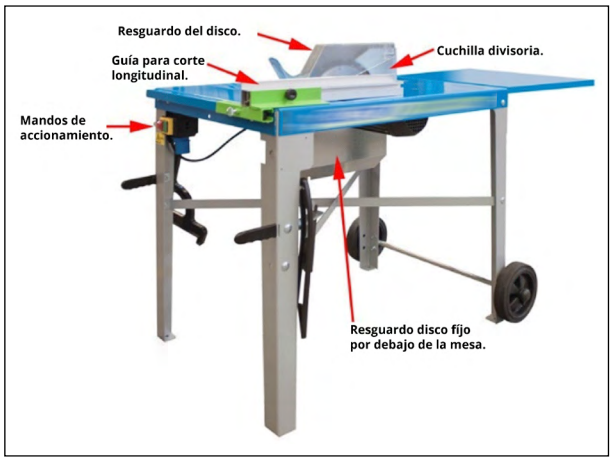


Figura 3. Elementos de protección.

Cuchilla divisora

La cuchilla divisora evita, básicamente, el retroceso de la madera hacia el operario. Debe ser seleccionada en función del diámetro y del espesor de disco utilizado.

Entre las características principales que debe cumplir se encuentran las siguientes:

- Ser de acero y poseer una resistencia a la ruptura mínima adecuada (pudiendo ceñirse para ello, por ejemplo, a lo indicado en la Norma UNE-EN ISO 19085-10:2020, antes citada).
- Tener las dos caras laterales planas y lisas.
- Tener un espesor igual a la anchura de la sierra de corte o ligeramente inferior (máximo 0,5 mm).
- Ser regulable horizontal y verticalmente.
- Estar situada en el mismo plano que el disco.
- Estar fijada sólidamente, para evitar su basculamiento sobre el mismo.

Resguardo o carcasa cubresierra o resguardo del disco de corte

La protección del disco de corte sirve para evitar la entrada en contacto del operario con el disco y las proyecciones de partículas durante el uso del equipo.

Debe retener la mano que empuja la pieza de madera en caso de una falsa maniobra o de un avance repentino de la pieza y la eliminación de los restos de la pieza cortada sin lesionar al operario.

Existen dos grupos de protectores regulables en altura:

- Por rotación alrededor de un eje que atraviesa la cuchilla divisora sirviendo de soporte (véase figura 4).

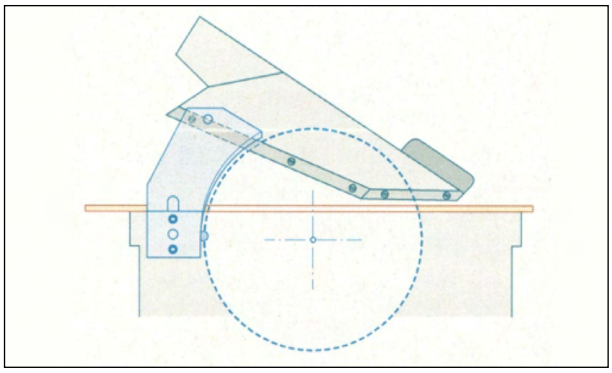


Figura 4. Protección articulada sobre la cuchilla divisora (Fuente: INRS ND2161-185-01)

- Por deformación de un paralelogramo.

El paralelogramo puede fijarse sobre la cuchilla divisora en máquinas antiguas o sobre un soporte fijado en el bastidor (véase figura 5).

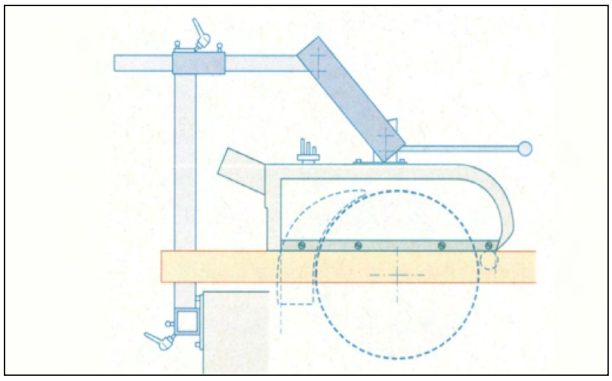


Figura 5. Protección por deformación de un paralelogramo fijado al bastidor (Fuente: INRS ND2161-185-01)

El material de los resguardos situados por encima de la mesa puede ser:

- Acero, con resistencia máxima a la tracción (máximo esfuerzo que puede soportar antes de romperse) y espesor adecuados. Para ello, puede seguirse, por ejemplo, lo indicado al respecto en la Norma UNE-EN ISO 19085-10:2020.
- Aleación ligera.
- Otros materiales como, por ejemplo, los materiales plásticos (en algunos casos transparentes).

Guía para corte longitudinal

Elemento habitualmente de aluminio situado paralelamente a la línea de corte de la hoja, que permite el corte longitudinal de piezas de distintas anchuras.

Protección de los elementos móviles de transmisión

Los elementos móviles de transmisión son mecanismos a través de los cuales se transmite o transforma el movimiento. El acceso a estos elementos móviles puede ocasionar lesiones de distinta gravedad. Los protectores pueden ser resguardos fijos o móviles en función del número de velocidades de rotación de la sierra.

En el caso de las máquinas de una sola velocidad, estas deben tener resguardos fijos. El desmontaje de los mismos solo lo pueden realizar, una vez consignada la máquina, los encargados del mantenimiento para operaciones de reglaje de la tensión de las correas o su reemplazamiento. Una vez efectuados los trabajos de mantenimiento, se deben reponer las protecciones fijas.

Para las máquinas de velocidad variable, el acceso a los elementos móviles de transmisión para cambiar la velocidad solo debe ser posible mediante la apertura de un resguardo móvil asociado a un dispositivo de enclavamiento. Este resguardo debe estar fijado al bastidor, el cual a su vez debe estar asociado a un enclavamiento eléctrico de maniobra positiva de apertura. Dicho enclavamiento debe reunir los siguientes requisitos (véase figura 6):

- Impedir que la máquina funcione mientras el resguardo esté abierto.
- Dar la orden de paro si se abre el resguardo.
- El cierre del resguardo no debe provocar por sí mismo la puesta en marcha de la máquina.

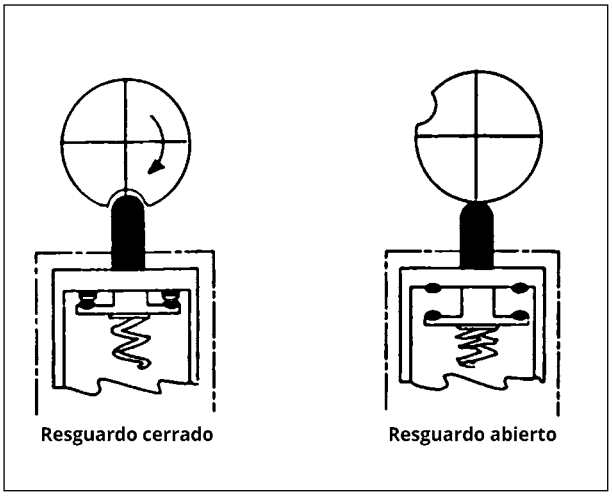


Figura 6. Enclavamiento (detector de posición) accionado por una leva con movimiento giratorio. (Fuente: Guía técnica de equipos de trabajo del INSST)

Si el resguardo tiene orificios, el acceso a los elementos de transmisión a través de los mismos no debe ser posible. Para ello será conveniente tener en cuenta lo indicado en la Norma UNE-EN ISO 13857 sobre distancias de seguridad, a fin de impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores o inferiores.

Elementos complementarios de seguridad

Como elementos complementarios de seguridad se consideran, principalmente, el empujador y la mesa supletoria. Además, la propia estabilidad de la máquina se configura como un punto esencial a tener en cuenta para que esta pueda ser usada en condiciones seguras (véase figura 7).

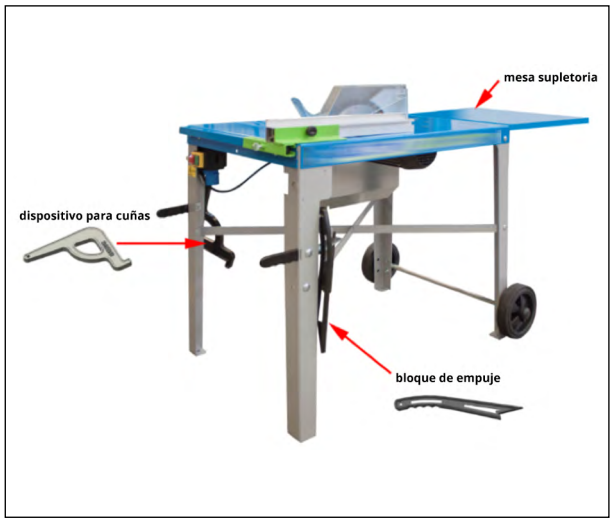


Figura 7. Elementos complementarios

Empujador (bloque de empuje)

Es un elemento auxiliar que se utiliza en el trabajo de corte para evitar que los dedos de la mano puedan entrar en contacto con la sierra. La forma y sus dimensiones aconsejables se muestran en la figura 8.

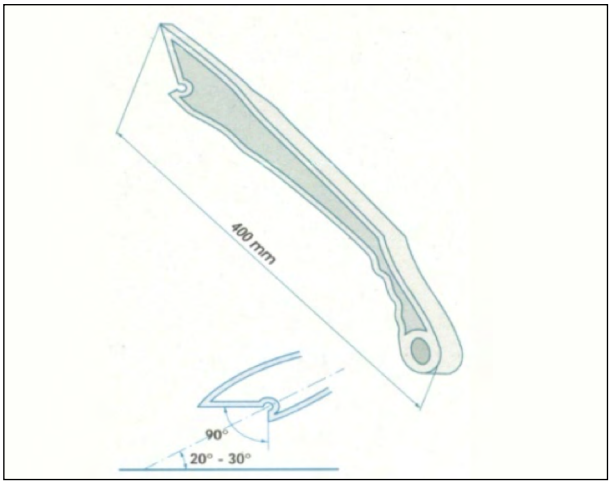


Figura 8. Forma y dimensiones aconsejables de un empujador. (Fuente: INRS ND2161-185-01)

Mesa supletoria

La mesa supletoria debe ser abatible y es muy útil para facilitar el corte de maderas de una longitud superior al de la mesa de la máquina.

Estabilidad de la máquina

A fin de evitar situaciones peligrosas y posibles accidentes, las sierras circulares de mesa que dispongan de ruedas en, al menos, dos de sus patas, deben tener la posibilidad de permanecer estables y niveladas mientras son utilizadas. Para ello, deben disponer de un freno o un dispositivo para retraerlas del suelo destinado a evitar que la máquina se deslice durante su uso, es decir, con vistas a asegurar su estabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas en la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

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.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo (DOUE nº L 81 de 31/03/2016).

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Resolución de la Dirección General de Empleo, de 21 de septiembre de 2017, por la que se aprueba el VI Convenio General del Sector de la Construcción.

UNE-EN ISO 19085-10:2020. Máquinas para trabajar la madera. Seguridad. Parte 10: Sierras para obras.

UNE-EN 1870-19:2014. Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Sierras circulares. Parte 19: Sierras circulares de bancada fija (con o sin mesa móvil), y sierras circulares para obras (anulada por la UNE-EN ISO 19085-10:2020).

UNE-EN 847-1:2018. Herramientas para trabajar la madera. Requisitos de seguridad. Parte 1: Herramientas de fresado, hojas de sierras circulares.

UNE-EN ISO 13857:2008. Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

UNE-EN 12096:1998. Vibraciones mecánicas. Declaración y verificación de los valores de emisión vibratoria.

UNE-EN 60204-1:2007. Seguridad de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.

Seguridad y Salud en Construcción. Tomos I y II "Análisis normativo y soluciones prácticas". Ramón Pérez Merlos y José Antonio Sanz Miguélez. 2019.

Norma EN ISO 4871:2009. Acústica. Declaración y verificación de los valores de emisión sonora de máquinas y equipos.

INRS ND2161-185-01. Cuaderno de notas informativas – Higiene y Seguridad en el Trabajo – Nº185.

SIMA. Dossier informativo – Cortadora de Madera HandSafe, 2019, e imágenes autorizadas para su uso.

AGRADECIMIENTOS

- SIMA
  Pol. Juncaril C/ Albuñol, Parc. 250
  Albolote (Granada)
- Fundación Laboral de la Construcción (Cataluña)

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.158

Sierra circular de mesa para obras (II). Principales riesgos laborales y medidas preventivas

Scie circulaire à table pour chantiers(II). Risques professionnels et mesures préventives
Circular table saw for construction (II). Occupational risks and risk management measures.

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

José María Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Javier Pla Figueroa
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Esta NTP (que sustituye a la NTP 96) es continuación de la NTP 1158: Sierra circular de mesa para obras (1). Elementos de seguridad. Concretamente, describe los principales riesgos vinculados al uso de sierras circulares de mesa para obras y las medidas preventivas a adoptar para su control.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La sierra circular de mesa para obras es utilizada principalmente en el sector de la Construcción y en toda aquella obra que trabaje con la madera, como materia prima, que precise ser cortada. Aunque se trata de una máquina ligera y sencilla, su uso implica la exposición del trabajador a distintos riesgos cuyas consecuencias pueden llegar a ser muy graves, principalmente corte y amputaciones por contacto con el disco en movimiento y lesiones diversas por proyección de partículas de los objetos cortados o el propio disco al romperse.

El objetivo de esta NTP es dar a conocer los principales riesgos asociados con la utilización de este equipo así como las medidas preventivas para su control.

2. PRINCIPALES RIESGOS LABORALES

Los principales riesgos de los distintos tipos de sierra circular se indican a continuación (los riesgos que se mencionan en esta NTP constituyen una lista no exhaustiva, pudiendo existir otros adicionales).

Cortes en extremidades superiores por contacto con el disco de corte, debido a:

- Prácticas inadecuadas, como no utilizar empujadores al finalizar el paso de la pieza (en caso de que las manos del operario toquen el disco), limpiar con las manos el serrín u otros restos depositados en el carenado con la máquina en marcha, realizar movimientos imprudentes durante el trabajo o retirar las protecciones.
- Un acercamiento brusco del material hacia el disco de corte a consecuencia de que el material que va a ser cortado opone una resistencia inesperada a la penetración (ej.: maderas con nudos e incrustaciones pétreas, clavos, etc.).
- Operaciones de limpieza indebidas, por ejemplo, al tratar de extraer recortes residuales y virutas depositados junto al disco.
- Vuelco de la máquina, por no utilizar soportes adecuados para cortar piezas.
- Al cortar piezas de reducido tamaño o en la ejecución de piezas como cuñas o estacas sin hacer uso de empujador.
- Falta de orden y limpieza o por suelo resbaladizo en el entorno de la máquina.
- La puesta en marcha involuntaria del equipo, ya sea por el operario que lo utiliza, ya sea por otro distinto.
- Falta de mantenimiento de la máquina, principalmente por mal estado del freno que para el disco.
- Los movimientos involuntarios al intentar sujetar la pieza, cuando esta, de repente, pasa a desplazarse bruscamente.

Proyección de maderas por retroceso, debido a:

- El aprisionamiento del disco en su parte posterior según el avance del corte (a consecuencia de la constricción de madera ya mecanizada, posiblemente por ausencia de cuchilla divisora, lo que provoca que la pieza se levante bruscamente pudiendo golpear al operario) o el atasco de la pieza entre el disco y la guía (en caso de existir) cuando esta se prolonga más allá del eje de la sierra.
- La presión insuficiente sobre la pieza que se alimenta.
- La variación de la resistencia a la penetración del material sobre el que se trabaja, por existir incrustaciones en la madera tales como nudos, piedras, clavos, etc.
- La incorrecta colocación del disco o el uso de un disco de corte inadecuado (ej: por deterioro o pérdida de su filo dentado, porque resulte impropio para el tipo de madera sobre la que se trabaja, etc.).
- La presencia de un depósito de resina sobre el disco, lo que puede tender a elevar la madera por adherencia.
- La realización de una maniobra fortuita que termine llevando la pieza a la parte superior del disco.

Proyección del disco o parte de él, debido a:

- La utilización del disco a una velocidad superior a la recomendada por el fabricante.
- La incorrecta fijación del disco al eje.

- El uso de un disco desequilibrado, desgastado, en mal estado general.
- El empleo de madera con incrustaciones duras, tales como clavos, irregularidades, etc.
- El abandono de herramientas junto al disco, lo que puede derivar en la rotura del disco y proyección de este o parte de él al impactar con estas.

Atrapamientos por contacto con elementos móviles de transmisión (ej: correas), debido a:

- La manipulación del equipo cuando se agarrota el disco. Si el equipo está en marcha pero bloqueado por fallo mecánico, suele aumentar la probabilidad de que se materialice el daño.
- La introducción de la mano bajo la mesa para accionar el interruptor situado próximo a las correas.
- El uso de ropa de trabajo poco ajustada al cuerpo, estando el resguardo fijo retirado.

Riesgo eléctrico, debido a:

- Defectos de aislamiento en conductores de tensión (ej: cables pelados).
- Conexiones inadecuadas.
- Falta de puesta a tierra.

Exposición a ruido, debido a:

• La presión acústica generada en el proceso de mecanizado, al utilizar el equipo e interactuar el disco de corte con la pieza a cortar.

3. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas de prevención y protección a adoptar frente a los riesgos derivados de la sierra circular y su utilización se desarrollan describiendo las consideraciones en la adquisición de la máquina, su mantenimiento e inspecciones, las normas de seguridad específicas frente a los riesgos descritos, las normas de seguridad complementarias y otros aspectos a tener en cuenta, como la formación e información y el uso de EPI.

Consideraciones en la adquisición de la máquina

Desde el punto de vista de la comercialización o puesta en servicio la sierra circular:

- Se encuentra dentro del campo de aplicación de la Directiva "Máquinas" 2006/42/CE, transpuesta al derecho nacional por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre. Conforme a dicha Directiva debe disponer de marcado CE, declaración CE de conformidad y manual de instrucciones, que se deben conservar durante toda su vida útil.
- Si la máquina fue comercializada o puesta en servicio entre el 1 de enero de 1995 y el 29 de diciembre de 2009, le sería de aplicación la antigua (actualmente derogada) Directiva "Máquinas" 98/37/CE, transpuesta al derecho nacional por el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre. También le aplica la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.
- Si la máquina fue comercializada o puesta en servicio antes del 1 de enero de 1995, debería cumplir la reglamentación aplicable en la fecha en que se comercializó o puso en servicio.

En cualquier caso, el empresario deberá garantizar que el equipo cumple con todas las disposiciones que le sean aplicables de los Anexos I y II del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

La adecuación al Real Decreto 1215/1997 implica entre otros aspectos, la redacción de un manual de uso para aquellas máquinas que no tengan manual de instrucciones.

La máquina adquirida debe contar con la siguiente información, marcada de forma legible y duradera (vida esperada de la máquina), bien directamente sobre aquella, por ejemplo mediante grabado, bien utilizando etiquetas o placas fijadas permanentemente, por ejemplo mediante remachado o pegado:

- nombre comercial y dirección de la empresa del fabricante de la máquina y, cuando aplique, el de su representante autorizado;
- año de fabricación;
- denominación de la máquina y designación de la serie o tipo;
- características nominales (voltaje, frecuencia, intensidad nominal, presión nominal de los circuitos neumáticos, etc);
- diámetros máximo y mínimo; dirección de rotación y diámetro interior de la(s) hoja(s) de sierra para la(s) que la máquina se ha diseñado;
- la anchura de los elementos de guiado de la cuchilla divisora;
- diagrama en rpm contiguo a las poleas o sobre una puerta de acceso al mecanismo de transmisión por correas mostrando la velocidad correspondiente en rpm a cada combinación de poleas seleccionadas si el cambio de velocidad se realiza mediante el cambio de posición de las correas;
- garantía del nivel de potencia acústica determinada de acuerdo con la Norma EN ISO 4871:2009;
- velocidades indicadas en rpm en aquellas máquinas con diferentes velocidades de husillo;
- etc.

Los marcados deben estar en castellano o, siempre que sea posible, utilizando pictogramas.

Mantenimiento e inspecciones

El mantenimiento adecuado de todo equipo de trabajo tiene como consecuencia directa una considerable reducción de las averías y anomalías durante su uso. Tal mantenimiento a su vez permite reducir la probabilidad de que se produzcan accidentes.

Por consiguiente, es de gran importancia realizar el mantenimiento preventivo tanto del propio equipo como de los elementos auxiliares.

Con vistas a ello, deben realizarse todas las prescripciones de mantenimiento periódico indicadas en el manual de instrucciones del fabricante, tales como las relativas al engrase del equipo, la lubrificación de elementos móviles, la sustitución del disco de corte, el estado del dispositivo de frenado, etc.

Los trabajos de mantenimiento debe realizarlos personal competente siguiendo las siguientes normas de seguridad:

- Consignar la máquina antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento.
- Seguir lo dispuesto en el manual de instrucciones del fabricante del equipo.
- Revisar el estado del disco y de todos los elementos

de protección y en su caso sustituir los elementos que presenten deficiencias y/o desgastes, conforme a los correspondientes criterios contemplados en el citado manual.
- Revisar los circuitos de transmisión de energía.
- Recolocar todas las protecciones de la máquina, una vez finalizados los trabajos.
- Limpiar la máquina mediante aspiración.

En definitiva, el correcto mantenimiento del equipo es una acción esencial para que este preserve sus condiciones de seguridad originarias.

Recomendaciones preventivas específicas frente a los riesgos descritos

En este grupo de medidas destacan las dirigidas a evitar los riesgos de sufrir cortes en extremidades superiores por contacto con el disco, lesiones por retroceso y proyección de maderas, lesiones por proyección del disco o parte de él, atrapamientos por contacto con elementos de transmisión, contactos eléctricos y el riesgo de exposición a ruido. A continuación, se indican un conjunto de medidas preventivas frente a estos riesgos.

Cortes en extremidades superiores por contacto con el disco

- Utilizar empujadores para cortar la madera.
- No cortar maderas con nudos e incrustaciones pétreas, clavos, etc.
- No utilizar el equipo para cortar materiales distintos a los especificados por el fabricante.
- Prohibir terminantemente la realización de cuñas, estacas o materiales similares, sin la utilización del dispositivo para cuñas y el empujador para cuñas correspondientes. Estos permiten asegurar la posición de la pieza a cortar de manera que en todo momento haya distancia de seguridad entre las manos del operario y el punto de corte, reduciendo así el riesgo de accidente.
- Comprobar el estado del sistema de frenado del disco.
- No empujar nunca la pieza con los dedos pulgares de las manos extendidos.
- Para cortar piezas de dimensiones excesivas deben utilizarse sierras de bancada fija.
- Limpiar periódicamente los restos de materiales o virutas que se depositen sobre el suelo.
- Realizar las operaciones de limpieza (por ejemplo, restos de serrín) con el equipo totalmente desconectado de la red eléctrica. No extraer con las manos los recortes residuales y virutas depositados junto al disco.
- Los mandos de accionamiento manual deben estar situados a una altura mínima de 0,60 m por encima del nivel del suelo y protegidos frente a una acción involuntaria.
- **Preferentemente utilizar máquinas provistas de sistemas de seguridad, que permiten la parada inmediata** de la máquina **en cuanto la piel humana toca el disco**. Estos sistemas se basan en la medición de la conductividad (en la que influye la resistencia eléctrica del material y la humedad) diferente para la madera respecto a la piel humana.

  En general, estos sistemas pueden ser de tres tipos:
  a) Sistema consistente en un sensor que detecta en milésimas de segundo cuando hay un cambio de conductividad asociado a la piel humana y que en décimas de segundo envía una señal de detención al freno motor, que puede detener, en menos de un segundo, un disco Widia que gire a una velocidad comprendida entre 2000 y 3000 rpm. Una vez el disco se ha parado en seco al detectar piel humana, la máquina queda desconectada. El operador puede volver a ponerla en marcha sin que su funcionamiento se haya visto dañado en lo más mínimo, de modo que, una vez vuelta a arrancar, la máquina opera normalmente.
  Complementariamente un sistema de testigos luminosos muestra en todo momento si el disco detecta o no la presencia de piel humana.
  b) Sistema que utiliza un sensor de conductividad asociado a un sistema de frenado mecánico pirotécnico.
  c) Sistema que combina la tecnología del sensor detector de la conductividad con un freno motor.

Tener presente por el empresario esta tecnología en la adquisición de equipos puede contribuir de forma sustancial a mejorar la seguridad durante su uso, siendo recomendable incluir este criterio de selección en los procesos de compras de sierras circulares de mesa para obras.
- Utilizar guantes de protección en aquellas situaciones en que la máquina está totalmente desconectada y se precisa manipular elementos de transmisión o superficies potencialmente cortantes (ej: dientes del disco de corte) utilizar guantes de protección.
- Usar ropa de trabajo ajustada al cuerpo.

Proyección de maderas por retroceso

- En caso de utilizar una guía, esta no se debe prolongar más allá del eje de la sierra.
- El operario debe ejercer una presión adecuada sobre la pieza a cortar utilizando accesorios de empuje en caso necesario.
- No cortar madera con nudos, clavos, etc.
- Utilizar sierras de filo o dentado adecuado al tipo de madera a cortar.
- Mantener el disco libre de restos de resina.
- Tener en cuenta la dirección del aire a la hora de ubicar el equipo. Colocar este de manera que el viento aleje las partículas generadas en el proceso de corte y no alcance a otros trabajadores. Para ello hay que tener presente el radio de acción de la máquina y el corte.
- Trabajar con las manos de forma que estas se encuentren en todo momento alejadas del disco de corte y que su disposición evite el encallamiento del material a cortar con este (véase figura 1). No situar las manos sobre el tablero una a cada lado del disco, ya que en tal caso, conforme se realiza el corte, la madera tiende a encallarse, pudiendo producirse situaciones peligrosas.

Figura 1. Posición de trabajo de las manos.

Proyección del disco o parte de él

- Utilizar el disco a la velocidad recomendada por el fabricante.
- Fijar correctamente el disco al eje, teniendo en cuenta la dirección que han de tener los dientes de corte.
- Mantener el disco equilibrado.
- Emplear madera libre de incrustaciones duras, tales como clavos, piedras, etc.
- No abandonar herramientas en las proximidades del disco de corte.
- Utilizar disco de corte en buen estado.

Atrapamientos por contacto con elementos móviles de transmisión (ej: correas)

- No retirar carcasas, resguardos o elementos de protección de las correas de transmisión. No debe ponerse a disposición de los trabajadores ninguna máquina sin que cuente con protección completa frente al contacto con los elementos de transmisión.
- Manipular los elementos de transmisión únicamente cuando el motor se encuentre totalmente desconectado de la red eléctrica (de no ser posible la desconexión, realizar la consignación del equipo).
- Utilizar interruptor de puesta en marcha de tipo embutido y situado lejos de las correas de transmisión.
- Usar ropa de trabajo ajustada al cuerpo.
- No llevar elementos susceptibles de engancharse con las correas, tales como cadenas, pulseras o anillos. Llevar el pelo recogido.

Riesgo eléctrico

- La línea de alimentación de la máquina debe contar con un dispositivo de corte automático (diferencial) de una sensibilidad adecuada, que la aísle del suministro de energía eléctrica. Las masas metálicas de la máquina deben estar puestas a tierra.
- Seguir las indicaciones de mantenimiento y uso establecidas por el manual de instrucciones y la normativa existente.
- La instalación eléctrica debe cumplir con los requisitos de la Norma UNE-EN 60204-1 Seguridad de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.
- El grado de protección de todos los componentes eléctricos debe ser IP ≥ 54 en obras que se encuentran a la intemperie, de acuerdo con la ITC-BT 33 Instalaciones provisionales y temporales de obra.

Exposición a ruido

- Adquirir equipos que, cumpliendo con la normativa existente y siendo adecuados para las funciones a desarrollar (corte), generen los menores niveles de ruido posibles.
- Utilizar la máquina conforme al manual de instrucciones del fabricante. No utilizarla para cortar materiales inadecuados y realizar un correcto mantenimiento de la misma.
- Aplicar las medidas de prevención y de protección derivadas de la correspondiente evaluación de riesgos del equipo en base a las condiciones de trabajo existentes.

Recomendaciones preventivas específicas complementarias

Las normas y otros aspectos de seguridad y salud complementarias son las relativas al lugar de trabajo en el que se desarrolla la tarea, la preparación y verificación de la máquina, su utilización y las acciones a realizar al finalizar su uso.

Lugar de trabajo

- La iluminación del lugar de trabajo debe cumplir como mínimo con los valores establecidos al respecto en el Anexo IV del Real Decreto 486/1997.
- Se debe garantizar el orden y limpieza en la zona de trabajo, organizar esta de forma que se reduzca al máximo el número presente de piezas a cortar del entorno donde se sitúa la máquina. Para ello se puede disponer de un sistema de almacenaje de estas próximo a la máquina, lejos de las zonas de paso, accesible y organizado a fin de facilitar su selección por parte del trabajador.

Preparación y verificación de la máquina

Disco de corte:

- Nivelar perfectamente la máquina para el trabajo.
- Verificar que el resguardo regulable del disco está instalado. No retirarlo bajo ningún concepto hasta que se haya detenido completamente el disco.
- Verificar el montaje del disco antes de cada uso. Asegurarse de que es idóneo para el material que se va a cortar y usar siempre el diámetro prescrito por el fabricante de la máquina y no otro.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar el perfecto afilado del útil, su fijación, la profundidad del corte deseado y que el disco gire hacia el lado en que el operario efectúe la alimentación.
- Comprobar que la orientación de los dientes del disco se corresponde con el sentido de rotación del mismo.
- Para que el disco no vibre durante la marcha se deben colocar “guía-hojas” (cojinetes planos en los que roza la cara de la sierra).
- No utilizar un disco de diámetro superior al que permite el resguardo instalado.
- Comprobar que la velocidad de rotación óptima necesaria del disco se corresponde con su tipo y su diámetro.

Cuchilla divisora:

- Comprobar que la cuchilla divisora se adapta al disco de corte una vez montado.
- Ajustarla de manera que la distancia del punto más cercano a la hoja de sierra sea de 3 mm y que en ningún punto el hueco entre la hoja de sierra y la cuchilla divisora sea mayor de 8 mm.
- Situarla lo más próxima al disco (véase figura 2).
- El lado más próximo a los dientes del disco debe tener forma de arco de círculo concéntrico con él. El perfil curvo estará biselado para facilitar el paso de la madera.

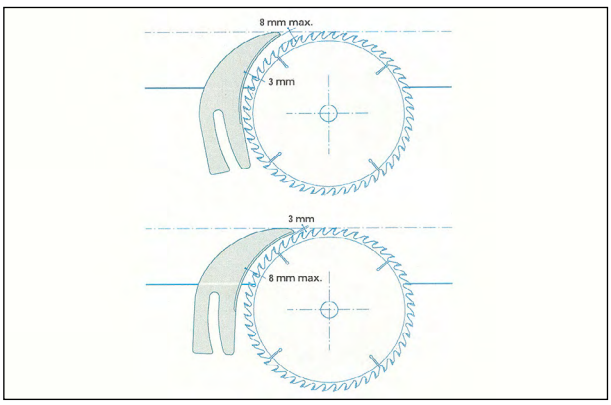


Figura 2. Posicionamientos límite de la cuchilla divisora respecto al disco de corte. (Fuente: INRS ND2161-185-01).

Resguardo del disco

- Situar la carcasa de protección de forma que se encuentre a unos 6 mm del disco.

Utilización

- Utilizar máquinas que dispongan de ruedas, al menos, en dos de sus patas, para facilitar pequeños desplazamientos.
- La máquina no deberá ser utilizada por personas distintas al operario encargado de su utilización. Sería recomendable que el equipo contara con una llave de seguridad u otro sistema análogo de protección, a fin de garantizar que su uso se realice únicamente por el personal autorizado para la utilización del mismo.
- Usar los empujadores en lugar de las manos, manteniendo estas alejadas del disco.
- Evitar la presencia de terceros alrededor de la mesa durante su funcionamiento.
- No dejar la máquina en marcha después de haber finalizado el trabajo.
- Se recomienda paralizar los trabajos en caso de lluvia y cubrir la máquina con material impermeable.
- Disponer de carteles de aviso en caso de avería o reparación.

Finalización del uso diario

- No tocar el disco de corte inmediatamente después de haber finalizado el trabajo, esperar a que se enfríe.
- Una vez finalizadas las tareas con la máquina, limpiar esta con el motor totalmente desconectado de la red eléctrica y guardarla en un sitio seguro y protegido donde no pueda ser utilizada por personal no autorizado.
- Evitar malas prácticas en su almacenamiento como, por ejemplo, dejarla enganchada y colgada en una grúa torre al terminar la jornada.

Equipos de protección individual (EPI). Señalización

En función del resultado de la preceptiva evaluación de riesgos y del contenido del manual de instrucciones, puede ser necesario el uso de EPI tales como los siguientes: pantalla de protección facial antipartículas, calzado de seguridad, casco de protección, protectores auditivos (si el nivel de exposición diario equivalente de ruido al que está expuesto el operador alcanza o excede los 85 dB(A), o si el nivel de pico alcanza o excede los 137 dB(C)), mascarilla autofiltrante y ropa de trabajo ajustada.

En relación con la utilización de guantes de protección, cabe destacar que, desde un punto de vista preventivo, por la relevancia del riesgo de atrapamiento inherente asociado a este tipo de equipos, el uso de estos es una medida que puede resultar contraproducente. La materialización de accidentes por atrapamiento ligados al uso inadecuado de guantes en este tipo de equipos debe invitar a la reflexión. Utilizar guantes holgados o de talla inadecuada constituye una fuente de riesgo, por lo que, en caso de usar guantes estos no deberían de ninguna manera aumentar el riesgo de sufrir atrapamientos. En consecuencia, en caso de proporcionarlos, deberían quedar ajustados al trabajador, a fin de evitar posibles enganchones u otras situaciones peligrosas al llevarlos. En resumen, en general el uso de guantes está desaconsejado al utilizar sierras circulares, salvo que los resultados de la evaluación de riesgos indiquen lo contrario y, se respeten además las respectivas consignas de seguridad del manual de instrucciones de la máquina y del folleto de instrucciones del propio EPI. En todo caso, su utilización quedará restringida al cumplimiento de las medidas de seguridad que se indiquen al efecto, como pudiere ser por ejemplo que su uso frente al riesgo de corte quede condicionado a que la máquina se encuentre completamente desconectada.

Una vez identificados los EPI a utilizar, deberá garantizarse la consulta y participación de los trabajadores en su elección, así como su información y formación en el uso de los mismos.

En cualquier caso, las medidas que resulten de la evaluación de riesgos deberían identificar claramente los EPI necesarios en el uso de la máquina, estableciéndose además, a raíz de aquella, la señalización de seguridad que corresponda. Este aspecto es especialmente relevante, ya que en el caso de maquinaria antigua o fuera de normativa es habitual que la señalización de la máquina no muestre los equipos de protección individual requeridos.

Formación e información

El operador de una sierra de corte debe tener la correspondiente formación en materia preventiva, conforme a la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales. También deberá contar con la formación indicada en el VI Convenio Colectivo General el Sector de la Construcción cuando corresponda.

Tal como recoge la Ley 31/1995, el empresario deberá velar por que los trabajadores a su servicio tengan la formación necesaria y adecuada a su puesto de trabajo o función, de forma que conozcan los riesgos a que están expuestos y las medidas para prevenirlos.

Por otra parte, el empresario tiene la obligación de adoptar las medidas necesarias para que la utilización y realización de determinadas operaciones con la sierra quede reservada a los trabajadores designados para ello, que deben haber recibido una formación específica teórica y práctica adecuada.

Por lo tanto, el trabajador deberá disponer de una formación “integral”, que abarque tanto la formación en materia preventiva como la formación específica con las siguientes características:

a) La formación en materia preventiva debe estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, cubrir aspectos teóricos y prácticos, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.
   Esta formación es la que debe recibir el trabajador sobre los riesgos, las condiciones del puesto de trabajo y las medidas preventivas a adoptar allí donde desarrolla su labor con el equipo de trabajo.
b) La formación específica capacita al trabajador para la utilización y/o realización de determinadas actividades con el equipo de trabajo concreto (sierra) y que requiera un particular conocimiento del mismo (Real Decreto 1215/1997, artículo 5.4).

Hay que tener en cuenta que la formación especificada en el VI Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción es general (abarca todos los posibles equipos, trata los riesgos genéricos, etc.) y no se centra en los riesgos y condiciones existentes del puesto de trabajo donde el trabajador desarrollará su labor con un equipo de trabajo concreto, ni en las medidas de prevención específicas, etc.

Por lo tanto, esta formación en prevención de riesgos laborales recogida en los convenios colectivos sectoriales complementa, y en ningún caso sustituye a la formación establecida en el artículo 5 del Real Decreto 1215/1997.

Una vez que el trabajador cuente con la formación oportuna requerida, será necesario complementar esos conocimientos con las medidas de seguridad a aplicar específicas del entorno en que se va a utilizar la sierra, las cuales estarán recogidas en los correspondientes documentos preventivos según proceda en cada situación (por ejemplo: plan de seguridad y salud, evaluación de riesgos, procedimientos o instrucciones de seguridad, etc.).

En todo caso, los trabajadores que vayan a utilizar el equipo deberán ser debidamente informados de los riesgos que este comporta y de las correspondientes medidas preventivas a adoptar.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas en la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

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.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo (DOUE nº L 81 de 31/03/2016).

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Resolución de la Dirección General de Empleo, de 21 de septiembre de 2017, por la que se aprueba el VI Convenio General del Sector de la Construcción.

UNE-EN ISO 19085-10:2020/A11:2021. Máquinas para trabajar la madera. Seguridad. Parte 10: Sierras para obras.

UNE-EN 1870-19:2014. Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Sierras circulares. Parte 19: Sierras circulares de bancada fija (con o sin mesa móvil), y sierras circulares para obras (anulada por la UNE-EN ISO 19085-10:2020).

UNE-EN 847-1:2018. Herramientas para trabajar la madera. Requisitos de seguridad. Parte 1: Herramientas de fresado, hojas de sierras circulares.

UNE-EN ISO 13857:2020. Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

UNE-EN 12096:1998. Vibraciones mecánicas. Declaración y verificación de los valores de emisión vibratoria.

UNE-EN 60204-1:2007. Seguridad de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.

Seguridad y Salud en Construcción. Tomos I y II "Análisis normativo y soluciones prácticas". Ramón Pérez Merlos y José Antonio Sanz Miguélez. 2019.

UNE-EN ISO 13857:2020. Acústica. Declaración y verificación de los valores de emisión sonora de máquinas y equipos.

INRS ND2161-185-01. Cuaderno de notas informativas – Higiene y Seguridad en el Trabajo – Nº185.

SIMA. Dossier informativo – Cortadora de Madera HandSafe, 2019, e imágenes autorizadas para su uso.

AGRADECIMIENTOS

SIMA.
Pol. Juncaril C/ Albuñol, Parc. 250
Albolote (Granada)

Fundación Laboral de la Construcción (Cataluña).

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.159

Amianto: Determinación de fibras en aire. Volumen de muestreo.

Asbestos: Determination of asbestos fiber in air. Sampling volume.
Amiante: Analyses des fibres d'amiante dans l'air. Volume d'échantillonnage.

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

José María Rojo Aparicio
Diana Torremocha García
CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSST

Eduardo Menéndez Dizy
INSTITUTO ASTURIANO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (IAPRL)

Mediante esta NTP se pretende destacar la influencia del volumen de muestreo en las mediciones de fibras de amianto en aire, aclarar conceptos esenciales para la toma de muestra y análisis (recuento) de fibras, proporcionar ejemplos de aplicación que ayuden a mejorar las estrategias de muestreo y, con todo ello, obtener mediciones fiables y representativas de la exposición.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El artículo 5 del Real Decreto 396/2006 establece que, para todo tipo de actividad determinado, la evaluación de riesgos que determine la naturaleza y el grado de exposición de los trabajadores en los trabajos con amianto debe incluir la medición de la concentración de fibras de amianto en el aire del lugar de trabajo y su comparación con el valor límite establecido. Las mediciones a las que hace referencia este artículo deben realizarse conforme al procedimiento para la toma de muestras y análisis (recuento de fibras) establecidos en su anexo I y, en base al mismo, se pueden dividir dichas mediciones en dos grupos en función de los objetivos de las mismas.

Por un lado, se encuentran las mediciones representativas de la exposición personal, que se utilizan principalmente para evaluar la exposición laboral al amianto, pero que también son útiles para disponer de criterios objetivos que permitan confirmar el correcto diseño y ejecución del procedimiento de trabajo y de la eficacia de las medidas de prevención y control empleadas, así como para verificar la selección adecuada del equipo de protección respiratoria elegido.

Por otro, si el objetivo es detectar la presencia de fibras de amianto en el aire en situaciones donde puedan ser posibles exposiciones de terceras personas, el Real Decreto 396/2006 contempla mediciones ambientales estáticas, no personales, conocidas también como en punto fijo, para el control del ambiente de trabajo y del índice de descontaminación, como indicadores de la eficacia de las medidas preventivas durante los trabajos y de la calidad del aire una vez finalizada la actuación sobre el material con amianto, respectivamente.

La metodología aplicada (toma de muestra y análisis) para determinar la concentración de fibras de amianto suspendidas en el aire del lugar de trabajo y el empleo de una estrategia de muestreo apropiada son fundamentales para asegurar la fiabilidad y representatividad de ambos tipos de mediciones, donde la adecuada aplicación del procedimiento de medida y la correcta interpretación de los resultados obtenidos son esenciales en la evaluación y control del ambiente de trabajo.

Para abordar este tipo de mediciones, el MTA/MA-051 "Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases (método multifibra)", publicado por el INSST de acuerdo con el método de la OMS de 1997, responde a las recomendaciones recogidas en la Directiva 2009/148/CE (directiva codificada sobre protección frente al amianto que no altera las obligaciones recogidas en la Directiva 2003/18/CE). Además, en el documento CR-02/2005 "Medida fiable de las concentraciones de fibras de amianto en aire. Aplicación del método de toma de muestra y análisis MTA/MA-051", del INSST, se recogen informaciones y explicaciones complementarias para mejorar el conocimiento de esta metodología y asegurar su correcta aplicación.

La revisión de datos de mediciones en numerosos planes de trabajo pone de manifiesto que no pueden considerarse suficientemente fiables atendiendo tanto a la aplicación del procedimiento de medida como a la estrategia de muestreo utilizada. Es, por tanto, necesario explicar en detalle los aspectos del MTA/MA-051 relacionados con el intervalo de aplicación del método y el volumen mínimo de muestreo necesario para obtener muestras donde la cantidad recogida (densidad de fibras en el filtro) suponga la menor incertidumbre posible, considerando en todo momento la influencia que ambos factores tienen en la determinación de la concentración de fibras de amianto en el aire del lugar de trabajo.

El objetivo de esta NTP es mejorar la fiabilidad de las determinaciones de fibras de amianto en aire a partir de ejemplos que ayuden, a analistas y técnicos de prevención, a clarificar conceptos relativos a la medición (toma de muestra y análisis) de fibras de amianto en aire y a subrayar la importancia que, para la medida de la concen-

tración de fibras en aire, tiene la relación existente entre el volumen de muestreo y el intervalo de aplicación del método, todo ello teniendo en cuenta que una muestra se considera adecuada si la cantidad de fibras en el filtro permite un recuento con una precisión conocida.

2. MEDICIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE. CONCEPTOS RELACIONADOS

El método de la OMS "*Determinación de la concentración de fibras suspendidas en aire. Método basado en la microscopía óptica de contraste de fases*" es el procedimiento más utilizado para la medida fiable de fibras de amianto en aire con el fin de evaluar la exposición o verificar la eficacia de los sistemas de control, por ser una metodología validada para obtener datos que determinan la concentración de fibras en aire y posibilitan resultados comparables cuando es adecuadamente utilizada por distintos analistas y laboratorios.

El fundamento del método consiste en obtener una muestra ambiental haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana mediante una bomba de muestreo. El filtro se transparenta posteriormente y las fibras depositadas en él se cuentan visualmente mediante un microscopio óptico de contraste de fases. A partir de ese recuento se calcula la concentración de fibras en la muestra teniendo en cuenta el volumen de aire muestreado.

Al tratarse de una metodología donde la experiencia ha demostrado que su precisión es de las más bajas de entre las encontradas en la mayoría de métodos de evaluación cuantitativa de la exposición laboral a agentes químicos, se admite que las diferencias en los resultados expresados en forma de concentración de fibras se van a deber, sobre todo, a errores asociados a la toma de muestra y a errores analíticos afectados fundamentalmente por la subjetividad del recuento visual (analista). El control de los errores analíticos se lleva a cabo mediante la implementación de procedimientos de ajuste y calibración del microscopio así como de controles de calidad de los resultados, internos y externos, requisitos todos ellos exigidos a los laboratorios acreditados para la determinación de fibras de amianto en aire (Real Decreto 396/2006, Anexo II).

Factores esenciales del análisis (recuento de fibras)

La verificación de los ***blancos*** involucrados en las mediciones de fibras de amianto en aire (blanco de lote, blanco de laboratorio y blanco de muestreo) se utiliza para controlar posibles contaminaciones de los filtros tal como se suministran, así como durante la manipulación, el almacenamiento y el transporte. El número máximo de fibras admitido en el análisis (recuento) de un filtro blanco es de 5 fibras en 100 campos, que se corresponde con el límite inferior de confianza de un recuento de 10 fibras, es decir, se trata del valor en número de fibras a partir del cual se podría diferenciar una muestra de un blanco. En base a ello, el método de la OMS estableció, por consenso, el ***límite inferior de recuento*** (LIR) en un filtro en 10 fibras en 100 campos como valor por debajo del cual los resultados del recuento no son cuantificables ya que no puede concluirse que vayan a ser significativamente diferentes de un filtro blanco y, por tanto, no deben ser usados para cuantificar la concentración de fibras en el aire (véase MTA/MA-051).

La fórmula que recoge el método para determinar la cantidad de fibras en una muestra permite obtener, mediante la ecuación [1], un LIR expresado en número de fibras en filtro de aproximadamente 4.900 fibras/filtro[1]. Este valor debe determinarse en cada laboratorio ya que depende del área de recuento de la retícula usada así como de la superficie efectiva del filtro que proporciona el muestreador empleado:

$$LIR = \frac{10\ fibras \cdot A}{100\ campos \cdot a} \qquad [1]$$

donde A es la superficie efectiva del filtro (en mm²/filtro) y a el área de la retícula de recuento (en mm²/campo).

A partir de este valor, el ***límite de cuantificación*** del método (LC)[2], expresado como concentración de fibras en aire (fibras/cm³), es función del volumen de aire muestreado tal y como se observa en la ecuación [2]. Esta ecuación se deduce de la proporcionada por el MTA/MA-051 para la determinación de la concentración de fibras en aire, que se obtiene dividiendo el número de fibras en la muestra entre el volumen de aire muestreado:

$$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1.000} \qquad [2]$$

donde V es el volumen de muestreo en litros.

La tabla 2 del MTA/MA-051 recoge una relación de distintos límites de cuantificación de la concentración de fibras en aire en función del volumen de muestreo. En ella, por ejemplo, se puede estimar un LC del método de 0,1 fibras/cm³ o 0,01 fibras/cm³ siempre que el volumen de aire muestreado sea de unos 50 litros o unos 480 litros, respectivamente, y el laboratorio tenga establecido un LIR de aproximadamente 4.900 fibras/filtro. Por tanto, dependiendo del objetivo de la medición (personal o en punto fijo) y de la concentración estimada o requerida en cada caso, la estrategia de muestreo deberá prever un volumen mínimo de aire muestreado para que el LC, calculado según [2], sea lo suficientemente bajo para poder analizar la concentración prevista, ya que los resultados por debajo del límite inferior de recuento no son cuantificables y en el informe analítico deberían indicarse como "*Filtro no apto para el recuento. No es posible cuantificar. Inferior a XXX*", donde XXX es el valor de LC calculado para el volumen de aire muestreado.

La cantidad de fibras recogidas en el filtro de muestreo se conoce como ***densidad de fibras en el filtro*** *(d)*, y se calcula, en fibras/mm², mediante la ecuación [3]:

$$d = \frac{N}{a \cdot n} \qquad [3]$$

donde N es el número de fibras contadas y n el número de campos analizados.

Se trata de un concepto muy importante a tener en cuenta a la hora de realizar una adecuada estrategia de muestreo, ya que se ha demostrado que, cuanto menor es la densidad (cantidad) de fibras recogida, mayor es

1. En todos los cálculos realizados para esta NTP se han utilizado los valores de A = 385 mm²; a = 0,00785 mm².

2. El límite de cuantificación definido en esta NTP corresponde conceptualmente al límite de detección en aire recogido en el MTA/MA-051.

la incertidumbre del resultado y, por tanto, el muestreo puede llegar a no ser suficientemente fiable (véase CR-02/2005). El criterio a considerar será, por tanto, tomar un volumen de aire suficiente para alcanzar una densidad de fibras en el filtro que permita, al menos, un recuento en la zona aceptable de análisis del MTA/MA-051.

Por el contrario, en caso de densidades muy altas, donde el exceso o el aglomerado de fibras y/o partículas interfieren en los campos de recuento, se dificulta el recuento y puede llegar a tener que considerarse la muestra como no apta para el análisis. Según el MTA/MA-051, en estos casos, por ejemplo, debería expresarse dicha situación como *"Filtro no apto para el recuento. No es posible cuantificar. Exceso de muestra"*.

Teniendo en cuenta los conceptos descritos y las características específicas de esta metodología, se ha establecido un *intervalo de densidad óptimo* que comprende desde 100 fibras/mm² a 650 fibras/mm², en el que el recuento se puede realizar, en principio, en las mejores condiciones analíticas (véase fig. 1). A ambos extremos de este intervalo se encuentran las zonas conocidas como de *densidad de fibras aceptable*, que representan cantidades de fibras en el filtro superiores a 64 fibras/mm² hasta densidades del orden de 1.000 fibras/mm². Por encima de este último valor de densidad, los resultados de los recuentos serán descartados como consecuencia del exceso de muestra, que impide el cumplimiento de las reglas de recuento y, por debajo del límite inferior del intervalo aceptable, la muestra representa una baja densidad de fibras en el filtro en la que la incertidumbre del recuento va aumentando a medida que disminuye el número de fibras contadas.

En las muestras ambientales con densidad de fibras menor de 64 fibras/mm², donde la variabilidad del recuento puede comprometer la fiabilidad analítica, es importante analizar el efecto del volumen de muestreo en la concentración resultante y valorar si dicho resultado puede considerarse representativo de la concentración ambiental.

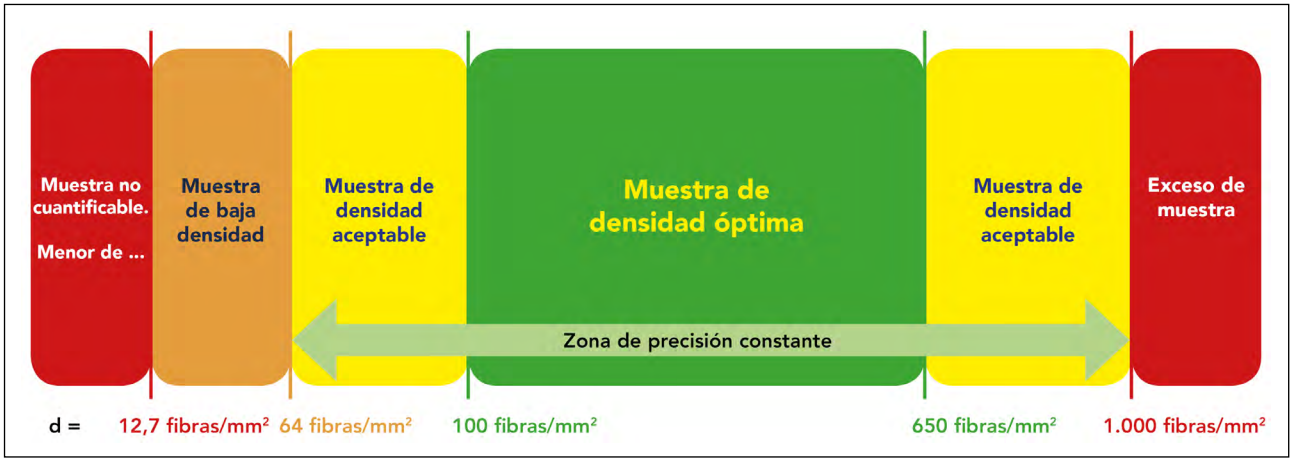


Figura 1. Intervalos de densidad de fibras en el filtro que afectan a las condiciones de precisión del resultado de una medición. La densidad máxima admisible de fibras en los filtros blancos es de aproximadamente 6,4 fibras/mm² (equivalente a 5 fibras en 100 campos).

Factores esenciales para la toma de muestras

El ***volumen de muestreo*** es un parámetro imprescindible a tener en cuenta cuando se plantea una estrategia de muestreo para la medición de la concentración de fibras de amianto en aire ya que, en algunos casos, dependiendo del volumen de aire captado, el filtro puede no ser útil o válido para el recuento y no se podrá emitir un resultado que cumpla con los requisitos del método. Normalmente, cuanto más volumen de aire pasa a través del filtro de muestreo, mayor va a ser la cantidad de fibras depositadas y, con ello, más fácil será alcanzar, por una parte, la zona de densidad de fibras en el filtro en la que el coeficiente de variación (CV) de los recuentos puede considerarse constante y, por otra, para muestreos en punto fijo sobre todo, un límite de cuantificación lo suficientemente bajo para cumplir con el objetivo de la medición (véase fig. 4). Teniendo en cuenta las reglas de recuento del método, el CV se reduce considerablemente a partir de 50 fibras y valores de recuento superiores a 80 fibras alcanzan las condiciones óptimas de precisión de los recuentos (véase fig. 1, densidad de fibras en el filtro > 64 fibras/mm²).

Por tanto, para alcanzar el volumen de muestreo adecuado al objetivo de la medición, personal o en punto fijo, el *caudal y la duración del muestreo* deben conjugarse para que el filtro presente una densidad (cantidad) de fibras óptima o, al menos, aceptable para el recuento. Esto requiere hacer una estimación previa de la posible concentración de fibras existente en el aire para lo que serán útiles los datos de mediciones anteriores, si se dispone de ellos, u otros de similares características, recurriendo, si fuera necesario, a bases de datos o fuentes de reconocido prestigio. Como recoge la guía técnica del INSST, cuando no se disponga de datos orientativos se recomienda partir siempre de la hipótesis de que se va a superar el valor límite de 0,1 fibras/cm³ y mantener esta hipótesis hasta no disponer de datos de mediciones (propias) que justifiquen lo contrario.

Considerando asimismo que, en la mayoría de trabajos con amianto, la concentración ambiental de fibras de amianto va a ser variable a lo largo de la jornada, la representatividad de estas mediciones implica una duración total del muestreo lo más próxima posible a la duración de la jornada laboral. Teniendo en cuenta además que en la mayoría de las actividades con amianto, si se utilizan procedimientos de trabajo seguros con las medidas preventivas adecuadas al tipo de actividad, la concentración ambiental puede ser relativamente baja, lo habitual debería ser muestrear un volumen de aire mínimo que garantice tanto la fiabilidad del recuento como la representatividad del muestreo. En este sentido, el Real Decreto 396/2006 obliga a elegir el proce-

dimiento de trabajo que genere la menor concentración de fibras posible, por lo que será necesario, en muchos casos, captar volúmenes de aire cada vez mayores para que la cantidad de fibras recogidas en el filtro se encuentre dentro de la zona óptima de recuento según el MTA/MA-051.

3. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE MUESTREO

Para establecer el volumen de muestreo hay que partir de la concentración ambiental esperada en fibras/cm^3 según la evaluación de riesgos del trabajo que se vaya a realizar. Aplicando la ecuación [4] y considerando el intervalo de densidad, mínima y máxima, de fibras en el filtro que se pretende conseguir, se calculan dos volúmenes teóricos ($V_{teórico}$), en litros, uno para la densidad superior y otro para la densidad inferior.

$$V_{teórico} = \frac{d_{mín./máx.} \cdot A}{C_{esperada} \cdot 1.000} \qquad [4]$$

donde $d_{mín./máx.}$ es la densidad de fibras en el filtro mínima y máxima deseable (en fibras/mm^2), A es la superficie específica del filtro en mm^2 y $C_{esperada}$ es la concentración esperada en las condiciones específicas de trabajo (en fibras/cm^3). El intervalo de densidad deseable debe contemplar, en primer lugar, el rango de densidad óptimo (100 fibras/mm^2 - 650 fibras/mm^2) y, cuando sea previsible no poder alcanzar este objetivo por cuestiones asociadas a las condiciones de trabajo, este intervalo puede ampliarse a la zona de densidad aceptable (64 fibras/mm^2 – 1.000 fibras/mm^2) (véase fig. 1).

El volumen de muestreo que se elija va a depender también de otros factores. Así, en función de las bombas de muestreo disponibles y la pérdida de carga que soporten, el MTA/MA-051 permite emplear caudales de muestreo que pueden variar desde 0,5 l/min hasta 16 l/min. Aunque este método recomienda, en general, un intervalo de caudal para muestreos personales, utilizar caudales por encima del valor superior del intervalo permite, al menos en teoría, reducir el límite inferior de la concentración de fibras en aire que sería posible medir con fiabilidad. Como indica el CR-02/2005, el intervalo de caudal con el que se trabaja en la práctica vendrá limitado por las características y requisitos de funcionamiento de la bomba y la resistencia del filtro de membrana al paso de aire, ya que está demostrado que la eficacia del muestreo no se ve afectada por el caudal.

Cuando se planteen mediciones ambientales estáticas en las que no es esperable encontrar fibras de amianto en el aire, el volumen mínimo de muestreo debería contribuir a reflejar el resultado de la concentración ambiental como inferior o superior a un valor de referencia (valor habitualmente concertado entre la empresa que contrata un trabajo con amianto y la empresa que elabora y ejecuta el correspondiente plan de trabajo), y expresarse con ese objetivo. Por ejemplo: para un volumen de aire muestreado de 960 litros, el límite de cuantificación del método para ese volumen es 0,005 fibras/cm^3. En caso de que el resultado del recuento esté por debajo del límite inferior de recuento del MTA/MA-051, la concentración ambiental debería reportarse como < 0,005 fibras/cm^3.

Ejemplos de aplicación

En estos ejemplos, se va a mostrar cómo elegir el volumen de muestreo apropiado para determinar, con fiabilidad, la concentración de fibras en aire representativa del periodo muestreado. No obstante, para diseñar una adecuada estrategia de muestreo con objeto de medición de la exposición laboral, es necesario considerar también el resto de elementos mencionados en esta NTP. Esta estrategia deberá ser diseñada por un técnico superior de prevención de riesgos laborales con la especialidad de higiene industrial y suficiente experiencia para integrar correctamente las variables que sean necesarias en la obtención de muestras fiables y representativas de fibras de amianto en aire.

Hay que tener en cuenta, asimismo, que si las mediciones se plantean para realizar la evaluación de la exposición de los trabajadores a fibras de amianto, y aunque no es el objeto de esta NTP, a partir de la concentración de fibras en aire obtenida se calculará la exposición diaria (ED) y se verificará su conformidad con el VLA-ED siguiendo una metodología cuantitativa reconocida como, por ejemplo, la recogida en la Norma UNE-EN 689.

SUPUESTO 1: Estrategia de muestreo en trabajos de retirada de cubiertas de fibrocemento operando por debajo de la misma. Mediciones personales anteriores realizadas en trabajos similares (véase fig. 2) muestran que se genera una concentración media de fibras en aire del orden de 0,05 fibras/cm^3.

Aplicando la ecuación [4], para obtener densidades de fibras en el filtro comprendidas entre 100 fibras/mm^2 y 650 fibras/mm^2, el intervalo de volumen teórico en el que se debería muestrear para disponer de una cantidad (densidad de fibras en el filtro) óptima, para el MTA/MA-051, va de 770 litros a 5.000 litros aproximadamente.

$$V_{mín.} = \frac{100 \cdot 385}{0{,}05 \cdot 1.000} = 770\ l$$

$$V_{máx.} = \frac{650 \cdot 385}{0{,}05 \cdot 1.000} = 5.005\ l$$

En este caso, como los muestreos tienen que ser personales, y considerando que la mejor estrategia será la que contemple una duración total del muestreo lo más próxima posible a la duración de la jornada laboral, se deberían muestrear las cuatro horas de exposición del trabajador (240 min). La evaluación fiable y representativa de este puesto de trabajo, siguiendo los requisitos del MTA/MA-051 y de la Norma UNE-EN 689, y alcanzar un volumen de aire adecuado para llegar a la zona óptima de recuento, supondría muestrear teóricamente a un caudal comprendido entre 3,2 l/min y 21 l/min, respectivamente. Obviamente, caudales en la zona superior del intervalo no son válidos ya que el método no admite caudales tan altos (Q ≤ 16 l/min),

Figura 2. Trabajos de retirada de una cubierta de fibrocemento operando por debajo.

ni los muestreos personales suelen requerir caudales de muestreo elevados, pero caudales superiores a 3,2 l/min son fácilmente alcanzables con las bombas de muestreo personal existentes en el mercado.

El siguiente paso es comprobar que las bombas disponibles soporten la pérdida de carga del muestreador al caudal elegido. En esta situación, se ha decidido muestrear a 5 l/min, lo que supone un volumen de muestreo de 1.200 litros, dentro del intervalo de volúmenes teóricos que, para esa estimación de la concentración, debería alcanzar una densidad óptima de fibras en el filtro.

El volumen de aire muestreado supone que, aplicando la ecuación [2], donde 4.900 fibras/filtro es el LIR del laboratorio que realiza los recuentos, el LC de la muestra será de 0,004 fibras/cm^3, valor de concentración ambiental unas 10 veces inferior a la concentración estimada pero a partir de la cual se puede cuantificar la muestra. En caso de que el resultado del recuento esté por debajo del límite inferior de recuento (10 fibras en 100 campos), la concentración ambiental será reflejada como < 0,004 fibras/cm^3.

$$\mathrm{LC} = \frac{4.900}{1.200 \cdot 1.000} = 0{,}004\ fibras/cm^3$$

SUPUESTO 2: Diseño de una estrategia de muestreo para realizar mediciones de evaluación de la exposición de un trabajador que va a realizar la retirada de paneles aislantes de fibrocemento mediante un procedimiento para el que no se dispone de mediciones representativas.

Para esta operación, la bibliografía[3] estima, en base a un procedimiento similar al propuesto, una concentración ambiental del orden de 0,41 fibras/cm^3. En este caso, se ha reducido al mínimo la exposición y se han aplicado las medidas específicas establecidas en el artículo 10.1 del Real Decreto 396/2006 para actividades en las que se supera el VLA-ED.

Para esta concentración, el intervalo de volumen a elegir para conseguir muestreos fiables y representativos y alcanzar una densidad de fibras en el filtro óptima para un recuento preciso está, utilizando la ecuación [4], entre 94 litros y 610 litros. En esta, como en el resto de situaciones posibles, puede ser necesario, por requisitos analíticos, calcular volúmenes de muestreo teóricos que contemplen la zona de densidad de fibras aceptable (de 64 fibras/mm^2 hasta 1.000 fibras/mm^2), más amplia que la zona óptima de medición.

$$V_{mín.} = \frac{100 \cdot 385}{0{,}41 \cdot 1.000} = 94\ l$$

$$V_{máx.} = \frac{650 \cdot 385}{0{,}41 \cdot 1.000} = 610\ l$$

Para que los muestreos personales sean lo más representativos posible y puesto que la concentración de fibras variará previsiblemente a lo largo de la jornada, se debe medir todo el tiempo de exposición. Considerando que el trabajador está expuesto 240 min, el intervalo de caudal teórico comprende entre 0,4 l/min y 2,5 l/min. El intervalo de caudal admitido en el MTA-MA/051 es de 0,5 l/min a 16 l/min, por lo que, para cumplir esta condición, el caudal debe ser superior en todo caso a 0,5 l/min.

Al ser caudales bastante más bajos que en el supuesto anterior, la pérdida de carga aportada por el muestreador va a ser sensiblemente inferior, con lo que posiblemente, en este caso, no sea determinante en la elección de la bomba de muestreo. Si se elige muestrear a 1 l/min, con un volumen teórico de 240 litros, la principal precaución será evitar la saturación de la muestra debido a una posible concentración elevada de fibras en el aire durante las operaciones de retirada. En los casos en los que sea previsible esta situación, una buena estrategia de muestreo podría implicar muestreos consecutivos, donde el menor tiempo de muestreo de cada una de las muestras puede evitar la colmatación del filtro y facilitar su análisis (recuento). Cada uno de los filtros que se recojan debería encontrarse dentro del intervalo de densidad de fibras en el filtro óptima, o en su defecto, aceptable. Por ejemplo: se podría plantear una estrategia de muestreo en la que se tomen tres filtros a un caudal de 1 l/min durante 75, 75 y 90 min, que teóricamente supondrían densidades de 80 y 96 fibras/mm^2, respectivamente, en los filtros.

Asimismo, para ese volumen, aplicando la ecuación [2], y como el laboratorio informa que el LIR es de 4.900 fibras/filtro, el LC es de 0,020 fibras/cm^3, suficiente para analizar satisfactoriamente las muestras de esa concentración con el MTA/MA-051.

$$\mathrm{LC} = \frac{4.900}{240 \cdot 1.000} = 0{,}020\ fibras/cm^3$$

SUPUESTO 3: Estrategia de muestreo en operaciones de retirada de calorifugados de amianto (considerado amianto friable). Trabajo de retirada de 2 metros del calorifugado que recubre una tubería de conducción de fluidos calientes mediante cerramiento con extracción (véase fig. 3). La duración prevista de esta tarea es de 100 minutos y la concentración ambiental media, para este tipo de actividad, es del orden de 0,2 fibras/cm^3.

Figura 3. Trabajos de retirada de amianto friable, calorifugado de tubería, utilizando cerramiento con extracción.

En esta situación, siguiendo criterios de la Norma UNE-EN 689 y considerando tanto el perfil como el periodo de exposición, este último se ha considerado desde el momento de entrada en la zona de trabajo hasta la descontaminación personal del trabajador. Aplicando la propuesta de esta NTP, como en los supuestos anteriores, el intervalo de volumen de muestreo teórico para alcanzar la zona de densidad óptima, considerando una concentración ambiental de 0,2

3. Asbestos-containing Materials (ACMs) in Workplaces. Practical Guidelines on ACM Management and Abatement (HSA, 2013).

fibras/cm³, comprende, aproximadamente, entre 193 litros y 1.250 litros, lo que supone caudales teóricos desde 1,9 l/min hasta 12,5 l/min.

$$V_{mín.} = \frac{100 \cdot 385}{0{,}2 \cdot 1.000} = 193\ l$$

$$V_{máx.} = \frac{650 \cdot 385}{0{,}2 \cdot 1.000} = 1.251\ l$$

El muestreo realizado a 3 l/min durante los 90 minutos que finalmente duró la tarea ha conducido a una densidad de fibras en el filtro de 105 fibras/mm², zona de precisión constante donde el MTA/MA-051 garantiza la fiabilidad analítica. Como se ha descrito en el supuesto 2, la estrategia de muestreo para esta situación y cualquier otra en la que sea posible la exposición a fibras de amianto, debe tener en cuenta otros condicionantes que afectan a los volúmenes y/o caudales de muestreo y evitar situaciones donde los resultados analíticos dificultan obtener mediciones de la concentración ambiental con una mínima fiabilidad.

SUPUESTO 4: Mediciones para comprobar que no hay fugas de fibras al exterior de un confinamiento durante la ejecución de los trabajos.

En este caso se trata de demostrar la ausencia de fibras, con lo que el volumen muestreado debe ser lo suficientemente alto como para garantizar que no hay fibras fuera del confinamiento. Se debe buscar, por tanto, el LC más bajo posible.

En general, la recomendación es tomar el mayor volumen de aire posible que permita tanto el caudal de la bomba de muestreo como los condicionamientos de tiempo de muestreo que se pudieran tener. Por ejemplo: un volumen de 960 litros supone un LC de 0,005 fibras/cm³, concentración claramente inferior respecto, por ejemplo, a 0,01 fibras/cm³ que suele utilizarse como indicador de la eficacia de las medidas preventivas o de la calidad del aire una vez finalizados los trabajos con amianto.

Una consideración a tener en cuenta en estas mediciones ambientales estáticas es que las bombas utilizadas para estos muestreos proporcionen caudales suficientemente altos. Además, suele ser posible también muestrear sin condicionantes de tiempo de muestreo. Todo ello supone obtener fácilmente volúmenes apropiados de muestreo para garantizar con fiabilidad la no presencia de fibras de amianto en áreas adyacentes a la zona de trabajo.

SUPUESTO 5: Mediciones realizadas en cumplimiento del artículo 11.1b del Real Decreto 396/2006, incluidas en el plan de trabajo, para conocer la calidad del aire de una nave industrial y garantizar una reocupación segura, una vez finalizada la actuación de retirada de los materiales con amianto friables localizados en su interior, utilizando para ello mediciones del índice de descontaminación.

Caso similar al supuesto 4 ya que la concentración de fibras resultante debe ser nula o muy baja. Un valor de referencia (índice de descontaminación) utilizado habitualmente para dar por descontaminada una zona o lugar de trabajo es conseguir concentraciones ambientales inferiores a 0,01 fibras/cm³.

Como el MTA/MA-051 propone un volumen mínimo de 480 l, recomendando que se tome el mayor volumen de aire posible, el criterio general a considerar es recoger el máximo volumen que permitan las condiciones en las que se realice el muestreo. Para asegurarse de que la concentración es, como mínimo, inferior a 0,01 fibras/cm³, se puede utilizar este valor en la ecuación [4], aunque la concentración esperada debería ser 0 fibras/cm³. En este caso, el intervalo de volumen a muestrear para alcanzar la zona óptima de densidad de fibras en el filtro (100 - 650 fibras/mm²), para que su análisis (recuento) sea fiable, estaría comprendido entre 3.850 litros y 25.000 litros, lo que garantiza una concentración ambiental menor a la utilizada como referencia. Por ejemplo, suponiendo un muestreo de 360 minutos a 12 l/min, el volumen de aire muestreado es de 4.320 litros y el LC resultante, aplicando [2], es 0,001 fibras/cm³, adecuado al objetivo de la medición.

$$V_{mín.} = \frac{100 \cdot 385}{0{,}01 \cdot 1.000} = 3.850\ l$$

$$V_{máx.} = \frac{650 \cdot 385}{0{,}01 \cdot 1.000} = 25.025\ l$$

$$\mathrm{LC} = \frac{4.900}{4.320 \cdot 1.000} = 0{,}001\ fibras/cm^3$$

4. CONCLUSIONES

Una buena estrategia de muestreo va a requerir, en función del objetivo de la medición, un planteamiento específico para cada situación o escenario de exposición, donde el técnico responsable de su diseño, cuando sean necesarias mediciones, debe asegurar la representatividad de la medición y determinar, a partir de la concentración ambiental de fibras de amianto esperada o estimada, el volumen de muestreo adecuado para obtener una muestra donde la cantidad de fibras (densidad) recogida en el filtro permita el análisis (recuento) con una precisión conocida y garantizar, de esa forma, la fiabilidad del resultado en base al procedimiento de medida utilizado (MTA/MA-051).

La fiabilidad de los resultados de las determinaciones de fibras de amianto en aire se sustenta en la confianza de que las mediciones realizadas son adecuadas y representativas. Es decir: las muestras obtenidas serán adecuadas si se ajustan al procedimiento de muestreo y cumplen los requisitos derivados del procedimiento analítico (conformes al MTA/MA-051), y la estrategia de muestreo (por ejemplo, la recogida en la Norma UNE-EN 689) determinará las condiciones y el tipo de muestreo (personal o en punto fijo) a realizar, su duración y el número de muestras necesario para asegurar la representatividad de la determinación.

En la fig. 4 se muestra un resumen con los pasos a seguir para obtener un volumen de muestreo adecuado al objetivo de la medición y gracias al cual se consiguen filtros aptos para el análisis (recuento) como parte importante del objetivo principal que es lograr mediciones fiables y representativas de la exposición a fibras de amianto en aire.

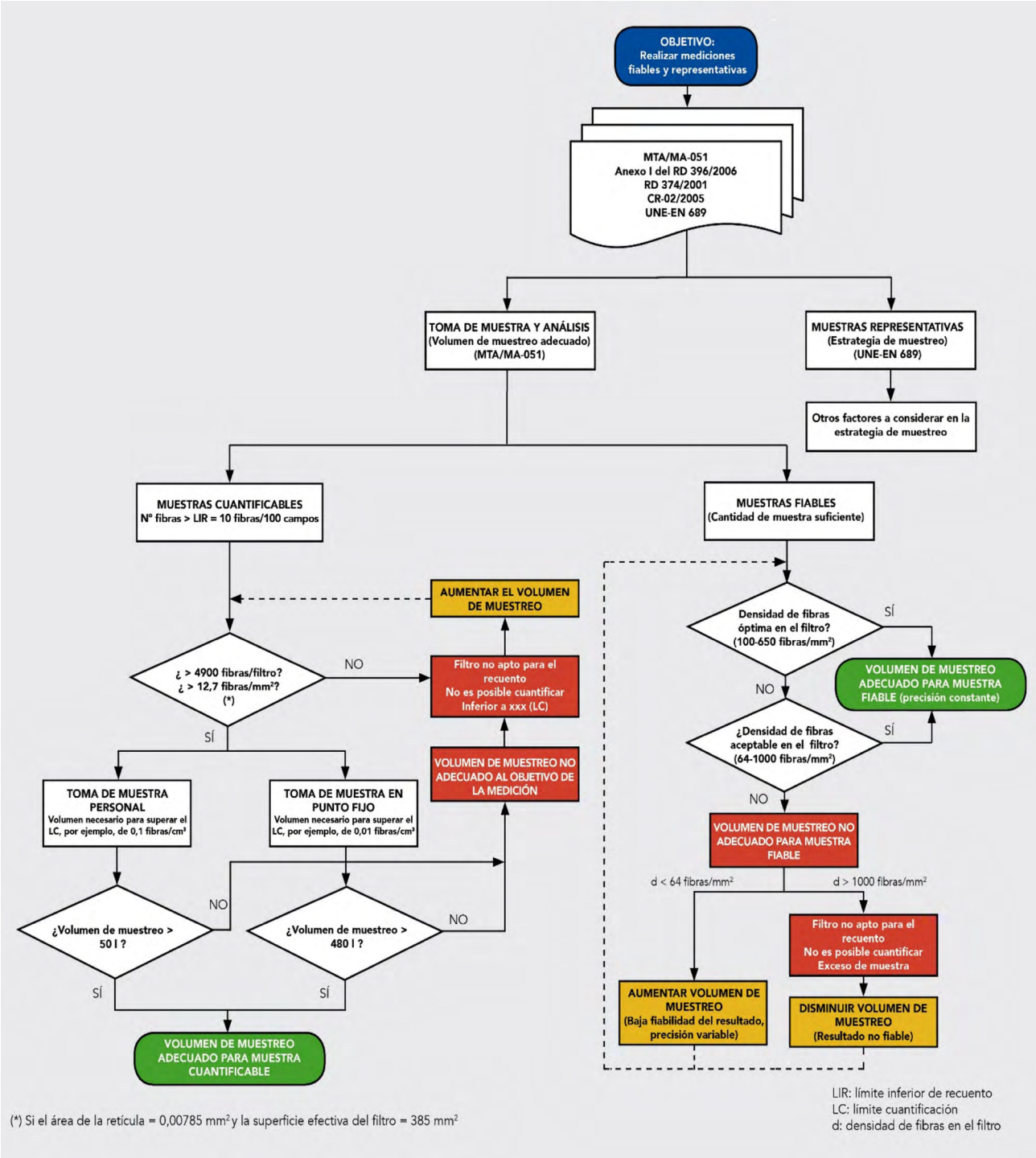


Figura 4. Esquema de actuación para determinar volúmenes de muestreo adecuados y obtener muestras fiables de fibras en aire.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Boletín Oficial del Estado, nº 86 (11-04-2006).

UNE-EN 689. Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional.

Determinación de la concentración de fibras suspendidas en el aire. Método basado en la microscopía óptica de contraste de fase (OMS, Ginebra, 1997).

Asbestos-containing Materials (ACMs) in Workplaces. Practical Guidelines on ACM Management and Abatement (HSA, 2013).

ED 809. Exposition à l'amiante dans les travaux d'entretien et de maintenance. Guide de prévention (INRS, 2010).

Base de datos Scol@amiante de mediciones de fibras de amianto mediante microscopía electrónica (INRS). Disponible en: http://scolamiante.inrs.fr/amiante/Accueil?token=639C60F4

MENÉNDEZ DIZY, E. Fiabilidad para la medición de las fibras de amianto en aire. Volumen de muestreo y revisión crítica de mediciones ambientales. Asturias Prevención [en línea]. Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales. Junio 2009, nº14. Disponible en: https://www.iaprl.org/images/contenidos/biblioteca-publicaciones-y-campanas/publicaciones/revista-asturias-prevencion/asturias_prevencion_14_v2.pdf

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto. INSST.

MTA/MA-051. Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases (Método multifibra). INSST.

CR-02/2005. Medida fiable de las concentraciones de fibras de amianto en aire. Aplicación del método de toma de muestras y análisis MTA/MA-051/A04. (Método multifibra). INSST.

NTP 801: Amianto: fiabilidad de los resultados de las determinaciones de fibras en aire. Requisitos. INSST.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.160

Escalas fijas de servicio (I)

Service fixed ladders (I)
Échelles fixes de service (I)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Mónica Águila Martínez-Casariego
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Esta NTP anula y sustituye a la NTP 408. La actualización se ha realizado principalmente basándose en los criterios de la norma UNE EN ISO 14122-4:2017 a pesar de que algunos de estos han sido adaptados a la normativa legal existente (Anexo II) y a los avances de la técnica (uso combinado de jaula y sistema anticaídas, diferentes opciones de sistemas anticaídas, etc.). Esta primera NTP describe los distintos tipos de escalas y sus elementos principales, las características que deben cumplir para su uso seguro, así como los factores a tener en cuenta para la elección del sistema de protección contra caídas más adecuado en cada caso.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Las escalas fijas, también denominadas escalas, escaleras de gato o de crinolina, constituyen un medio de acceso fijo[1] a emplazamientos situados a distinta altura. Pueden estar permanentemente fijadas a equipos de trabajo o a lugares de trabajo (zonas de edificios o elementos o instalaciones de estos) a los que se accede ocasionalmente, como cubiertas, tejados, pozos, silos, depósitos, torres de refinerías de petróleo, chimeneas y otras zonas de acceso restringido. El ámbito de esta NTP son las escalas fijadas a los lugares de trabajo.

Tienen un ángulo de inclinación superior a 75°, hasta 90°, y sus elementos horizontales son peldaños. Se construyen preferentemente de acero inoxidable, acero galvanizado, aluminio, hierro forjado u otro material equivalente que asegure su eficiente sujeción a la estructura vertical que los soporta.

Este tipo de medio de acceso debe ser considerado intrínsecamente peligroso y además, tal y como se ha indicado anteriormente, sólo podrán utilizarse para realizar accesos esporádicos u ocasionales (fundamentalmente por motivos de inspección o mantenimiento) a determinadas zonas. Por ello, se deberá asegurar su correcto diseño, su uso restringido a personal entrenado específicamente, así como su adecuado estado de conservación y mantenimiento.

2. ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ESCALAS

Entendemos por sistema de escala la totalidad de elementos estructurales que componen la escala en su conjunto, pudiendo estos variar de un sistema a otro o, simplemente, no estar presentes. Estos elementos serán (ver Anexo I “Elementos y dimensiones de escalas fijas con y sin protección circundante”):

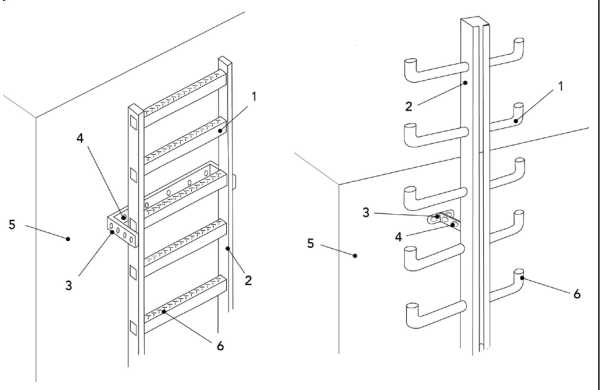
- Montantes.
- Tramos de escala.
- Protección contra caídas.
- Descansillos y plataformas.
- Dispositivos antiescalada.

2.1. Montantes

Podemos encontrar diferentes tipos de escalas en función del número de montantes o de la ausencia de estos, así existen escalas de un montante, de dos montantes o integradas en una superficie fija (sin montantes). A continuación, se describen sus características principales:

- Escala de dos montantes: escala vertical fija cuyos peldaños están unidos a cada uno de los dos montantes o largueros que soportan la carga. La parte superior del peldaño más alto debe estar posicionada al mismo nivel que la superficie de la zona de llegada. Los largueros estarán unidos totalmente o por tramos a la estructura mediante sistemas de fijación. (Ver Figura 1a).
- Escala de un montante: escala vertical fija cuyos peldaños están unidos a cada uno de los lados del montante o larguero que soporta la carga. Los peldaños de cada lado deben estar al mismo nivel y tener un reborde en su extremo exterior antideslizamientos. La parte superior del peldaño más alto debe estar posicionada al mismo nivel que la superficie de la zona de llegada. El larguero estará unido totalmente o por tramos a la estructura mediante sistemas de fijación. (Ver Figura 1b).

[1] *Los medios de acceso fijos son aquellos medios montados de tal manera (por ejemplo, con tornillos, tuercas o soldadura) que solo pueden ser retirados mediante la utilización de herramientas.*



1 Peldaño.
2 Montante.
3 Soporte.

Figura 1a. Escala fija de dos montantes

1 Punto de anclaje.
2 Parte fija (pared por ejemplo).
3 Protección antideslizante.

Figura 1b. Escala fija de un solo montante

– Escala integrada: escala formada por una serie de peldaños (pates[2]) permanentemente sujetos a la estructura o superficie vertical del propio recinto o elemento. Son habituales en pozos de saneamiento, depósitos, arquetas de alcantarillado, cámaras subterráneas de redes eléctricas y telefónicas, galerías de servicio, pozos de registro…(ver Figura 2).

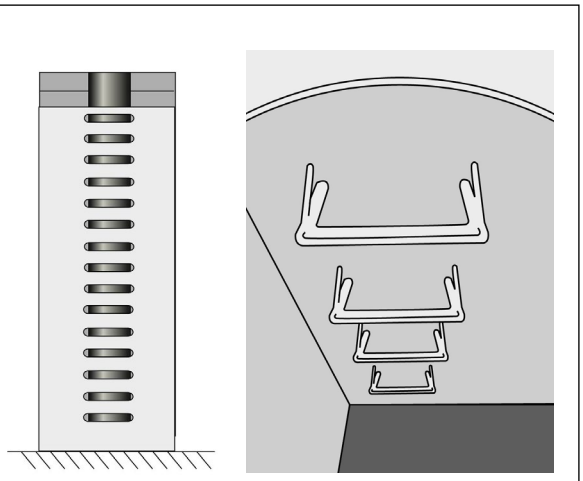
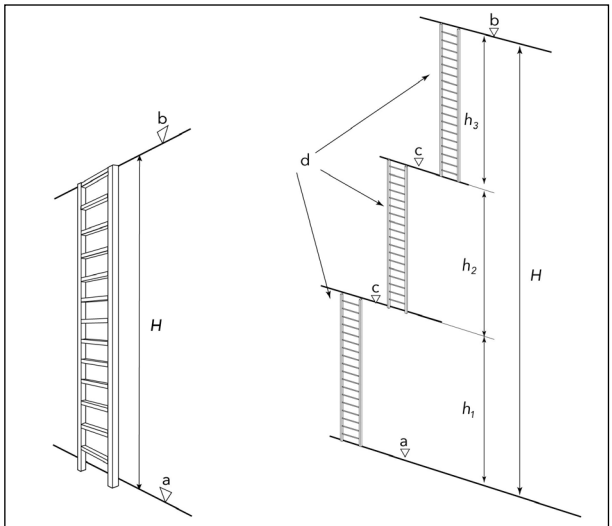


Figura 2. Escala integrada

Desde un punto de vista preventivo, preferentemente se deberán diseñar escalas con dos montantes. Sólo en casos excepcionales (por ejemplo, espacio insuficiente para la instalación de una escala con dos montantes, alteración de la inclinación del sistema de escala, etc.) se podrán diseñar escalas de un solo montante.

2.2. Tramos de escala

Las escalas fijas pueden tener tramos continuos entre la zona de salida y la de llegada (ver figura 3a) o bien tener tramos intercalados que estarán comunicados a través de descansillos o plataformas intermedias (ver figura 3b). La altura de cada tramo (h) no sobrepasará los 6 m.



3a. Escala de un solo tramo

3b. Escala de tramos intercalados

a Zona de salida.
b Zona de llegada.
H Altura a franquear de un sistema de escala (altura total).
c Plataforma intermedia o descansillo intermedio.
d Tramo de escalera.
h Altura de un tramo de escala.

Figura 3. Escala de un tramo y de varios tramos

2.3. Protección contra caídas

La utilización de una escala fija lleva aparejado el riesgo de caída en altura, por ello, será obligatorio que el sistema de escala disponga de alguna medida para evitar o disminuir dicho riesgo a nivel tolerable/aceptable.

El RD 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, indica que aquellas escalas con una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante.

Ahora bien, siempre será necesario evaluar los riesgos derivados de su utilización, tanto en escalas existentes como en el momento previo a su adquisición, para determinar cuál es el tipo de sistema de escala más adecuado a las necesidades del centro de trabajo, en general, y en lo que respecta a la protección contra caídas, en particular.

Para realizar dicha evaluación se tendrá en cuenta:

– El diseño seguro del sistema de escala (ver Anexo II).
– El estado de conservación del sistema de escala.
– Las circunstancias del entorno (altura de caída, obstáculos y elementos en la zona de trabajo, presencia de sustancias agresivas).
– Las características del trabajador (fatiga, estrés, experiencia, formación, aptitud médica…).
– Las características de la tarea (complejidad, transporte de equipos o piezas, frecuencia de acceso).
– Aspectos relativos al rescate.
– Las condiciones ambientales esperadas (viento, temperaturas extremas), etc.

[2] *Pate: componente que es capaz de ser fijado o anclado a la pared de un pozo o cámara visitable para facilitar la seguridad de entrada y salida. (Según norma UNE-EN 13101:2003 "Pates para pozos de registro enterrados. Requisitos, marcado, ensayos y evaluación de conformidad).*

Como resultado de la evaluación, en relación con el riesgo de caída en altura se podrá concluir:

- Que el sistema de escala con protección circundante es conforme a la normativa legal y técnica, y el riesgo de caída en altura está controlado o, por el contrario, los elementos del sistema están en mal estado o el diseño es inadecuado debiendo, en este caso, subsanar las no conformidades detectadas.
- Que la jaula de seguridad no limita el riesgo de caída suficientemente y podría justificarse su coexistencia con un sistema anticaídas, siempre y cuando los avances tecnológicos lo permitan, tal y como establece el art. 17.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

La combinación segura de ambos sistemas se garantiza si el fabricante, por ejemplo del sistema anticaídas, declara la compatibilidad del uso simultáneo de dicho EPI con una protección circundante determinada. La compatibilidad estará asegurada cuando ninguno de los sistemas vea mermada su capacidad de protección por su uso combinado, no se dificulte la realización de las tareas, ni se entorpezca el rescate en el caso de sufrir un accidente.

Por otra parte, cuando sea técnicamente imposible instalar algunos de los elementos exigidos para un sistema de escala con protección circundante por falta de espacio (por ejemplo, cuando no exista espacio suficiente para instalar la propia jaula de seguridad o las plataformas de descanso en escalas de un solo tramo y altura total superior a 9 m, etc.), estará justificada la utilización de un sistema de protección individual contra caídas en altura de manera independiente, sin jaula de seguridad, ya que permite usar descansillos móviles en vez de plataformas y detiene y evita la caída del trabajador aún en lugares estrechos y sin espacio sin necesidad de instalar una jaula de seguridad.

En cualquier caso, a la hora de seleccionar el sistema de protección individual contra caídas de altura más adecuado, ya sea para su uso combinado o de manera independiente, se tendrá en cuenta la evolución de la técnica (tal como se contempla en el artículo 15 de la LPRL sobre los principios de la acción preventiva).

Según lo anteriormente expuesto, en función de la evaluación de riesgos realizada, la escala podrá disponer de uno de los siguientes elementos estructurales contra el riesgo de caída en altura o de ambos conjuntamente:

- Jaula de seguridad.
- Línea de anclaje rígida.

Jaula de seguridad

Es una protección circundante con forma de jaula fijada permanentemente a la escala, que reduce el riesgo de caída de personas desde la misma. Al ser un elemento fijo, su protección está siempre presente y su nivel efectivo de seguridad es independiente de la actividad del operador.

El RD 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, establece que la protección contra caídas será obligatoria en aquellas escalas con más de 4 m de altura. Concretamente exige que se instale a partir de esa altura una protección circundante o "jaula de seguridad".

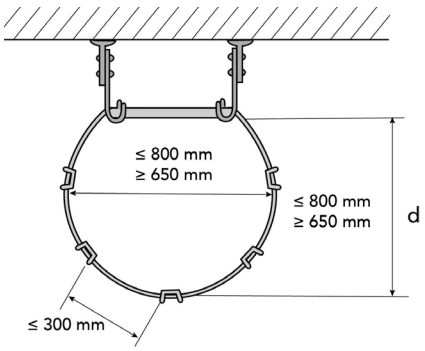
A pesar de lo anterior, y puesto que redunda en la seguridad del trabajador, recomendamos emplear el criterio técnico establecido por la norma UNE EN ISO 14122-4:2017, que fija la altura para la instalación de esta protección cuando el riesgo de caída es al menos de 3 m de altura debiendo comenzar la protección entre los 2,2 m y los 3 m de altura por encima de la zona de salida.

La resistencia de la jaula será determinada y asegurada por el fabricante de esta mediante la realización de ensayos según lo establecido en la norma UNE EN ISO 14122-4:2017. Esa información será aportada por el fabricante en su documentación, la cual será utilizada también para el diseño de los puntos de fijación al soporte.

A continuación, se detallan los aspectos visuales más fáciles de comprobar en relación con el diseño seguro de la protección circundante (según norma UNE EN ISO 14122-4:2017):

Dimensiones de la jaula de seguridad (mm) y las distancias entre sus elementos (ver figuras 4 y 5 en mm):

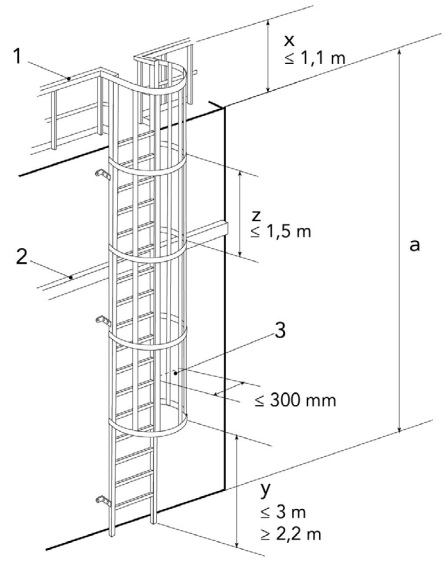
El hueco en el interior del aro de jaula de seguridad, así como la distancia desde el peldaño a la jaula debe ser ≥ 650 mm y ≤ 800 mm. La distancia entre dos aros será ≤ 1500 mm, la distancia entre dos elementos verticales de la jaula será ≤ 300 mm y la superficie en los espacios vacíos de la jaula será ≤ 0,40 m².



d. distancia desde el peldaño a la jaula de seguridad.

Figura 4. Distancias libres en el interior de una jaula de seguridad

En la zona de llegada, la jaula de seguridad debe prolongarse hasta la altura de la barandilla o guardacuerpos existente en dicha zona.



1 Guardacuerpos de la zona de llegada.
2 Obstáculo.
3 Máxima superficie abierta.
a Altura a franquear del sistema de escala (altura total).
x Prolongación de la jaula sobre la zona de llegada.
y Distancia entre la parte más baja de la jaula y la zona de salida.
z Distancia entre dos aros horizontales.

Figura 5. Dimensiones de los elementos de una escala fija dotada con una jaula de seguridad

Jaulas superpuestas en tramos de escala consecutivos

La superposición vertical de las jaulas será al menos de 2000 mm mientras que la superposición vertical de dos tramos de escala consecutivos será de al menos 1500 mm.

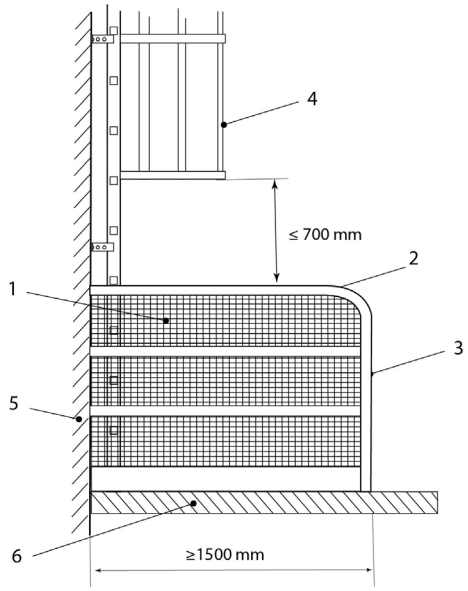
Abertura de acceso desde la escala

Tendrá una anchura (a) entre 500 mm ≤ y ≤ 700 mm y dispondrá de una puerta con cierre automático que cumplirá los requisitos de la norma UNE EN ISO 14122-3: 2017, "Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3: Escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos". La salida de la escala puede ser frontal o lateral y permitir el acceso a una plataforma o a la zona de llegada.

Zona de salida en altura

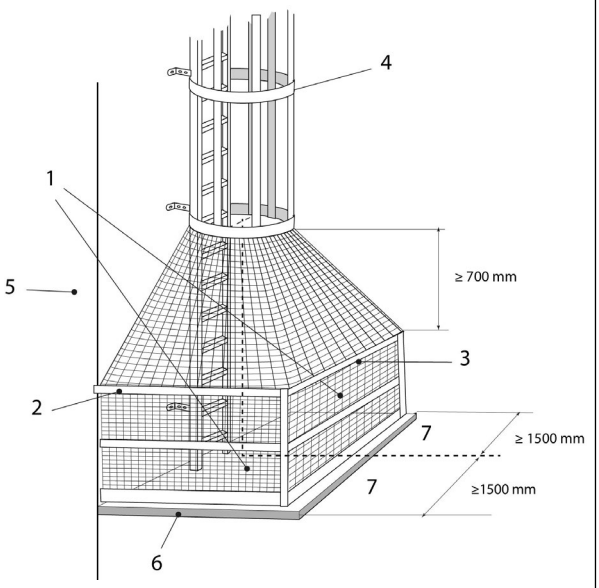
Las plataformas en altura que sean la zona de salida (partida) para un tramo de escala deberán estar protegidas mediante guardacuerpos o barandilla (de altura ≤ 1100 mm). No obstante, en algunos casos se requerirán las siguientes medidas adicionales:

- Cuando la distancia vertical desde la parte más alta de la barandilla hasta el comienzo de la jaula de seguridad sea mayor de 700 mm, se elevará la altura de la barandilla (extensión del guardacuerpos) hasta que esa distancia sea menor o igual a 700 mm (ver figura 6) , o se protegerán los huecos aéreos con estructuras malladas (malla ≤ 100 mm x 100 mm) (ver figura 7).
- Cuando la distancia horizontal desde el guardacuerpos de la plataforma al eje de la escala en ambos lados sea ≤ 1500 mm, se deberán proteger los huecos dentro del guardacuerpos con paneles o estructuras malladas como mínimo en una longitud de 1500 mm de barandilla tanto a izquierda como a derecha del eje de la jaula de seguridad, como en sentido perpendicular a la escala si fuera el caso.



1 Hueco de la barandilla con mallazo.
2 Extensión del guardacuerpos.
3 Barandilla o guardacuerpos.
4 Jaula de seguridad.
5 Edificio.
6 Plataforma.

Figura 6. Medidas adicionales al uso de guardacuerpos: extensión del guardacuerpo y paneles o estructuras malladas.



1 Hueco de la barandilla con mallazo.
2 Extensión del guardacuerpos.
3 Barandilla o guardacuerpos.
4 Jaula de seguridad.
5 Edificio.
6 Plataforma.
7 Distancia del eje de seguridad de la jaula al guardacuerpos.

Figura 7. Medidas adicionales al uso de guardacuerpos: estructuras malladas en huecos aéreos y en los huecos del guardacuerpo.

Línea de anclaje rígida

Es el punto de anclaje cuando se utiliza un sistema de protección individual contra caídas de altura, concretamente un sistema anticaídas, que es aquel que detiene la caída libre y limita la fuerza de impacto, además de proporcionar suspensión al trabajador en una posición que permita el rescate.

La línea de anclaje rígida vertical forma un conjunto inseparable, de cara a su certificación, con el dispositivo anticaídas deslizante, constituyendo uno de los componentes del sistema anticaídas (UNE-EN 353-1:2014+A1:2017). El dispositivo anticaídas deslizante y el resto de elementos del sistema de protección individual contra caídas de altura se desarrollan en el apartado 2.2. de la NTP 1161.

La línea de anclaje rígida puede estar acoplada en el montante (ver figura 8), o bien en el eje central de escalera. Podrá venir instalada desde fábrica o ser instalada como elemento independiente con posterioridad por empresa autorizada por el fabricante.

Siempre que se contrate la instalación de una línea de anclaje rígida, se solicitará al instalador:

- Certificado de montaje firmado por un técnico acreditado por el fabricante.
- Nota de cálculo con el nº de usuarios y cargas máximas de la instalación.
- Declaración de Conformidad del fabricante.
- Manual de utilización del fabricante que, indique la periodicidad de las revisiones.

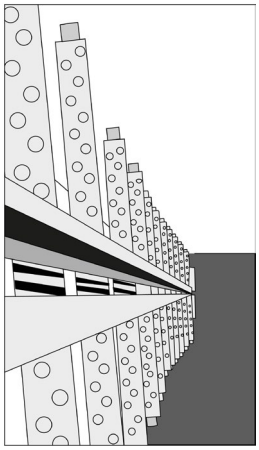


Figura 8. Línea de anclaje rigida acoplada en montante.

Es recomendable que estas escalas con línea de anclaje rígida lleven un marcado permanente en los puntos de entrada y de salida del sistema que contenga como mínimo:

- Fabricante y año de fabricación.
- Fecha de puesta en servicio.
- Norma del dispositivo de protección anticaídas deslizante.
- Norma del arnés de cuerpo completo.
- Tipo de guiado del tipo de dispositivo anticaídas deslizante.
- Tipo de dispositivo de protección anticaídas deslizante.
- Advertencia de que es obligatoria la utilización de un equipo de protección individual.

2.4. Descansillos y plataformas

Los descansillos y las plataformas son estructuras horizontales diseñadas para cambiar de tramo, descansar o para acceder a un sistema de escala desde la zona de salida en altura o desde la zona de llegada.

Los descansillos son de menor tamaño puesto que están concebidos para ser utilizados por una sola persona. Pueden ser intermedios, cuando su función es facilitar el cambio de tramo y descansar (ver Figura 9) o pueden ser móviles, cuando su función es únicamente facilitar el descanso. Éstos últimos pueden ser de una parte o de dos partes. (Ver Figuras 10a y 10b).

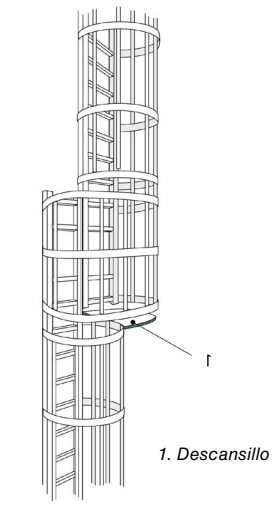


Figura 9. Escala fija con descansillo intermedio.

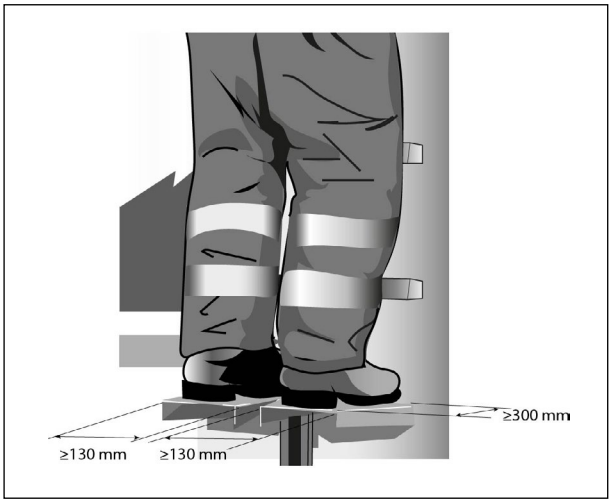


Figura 10a. Escala fija con descansillo móvil de dos partes .

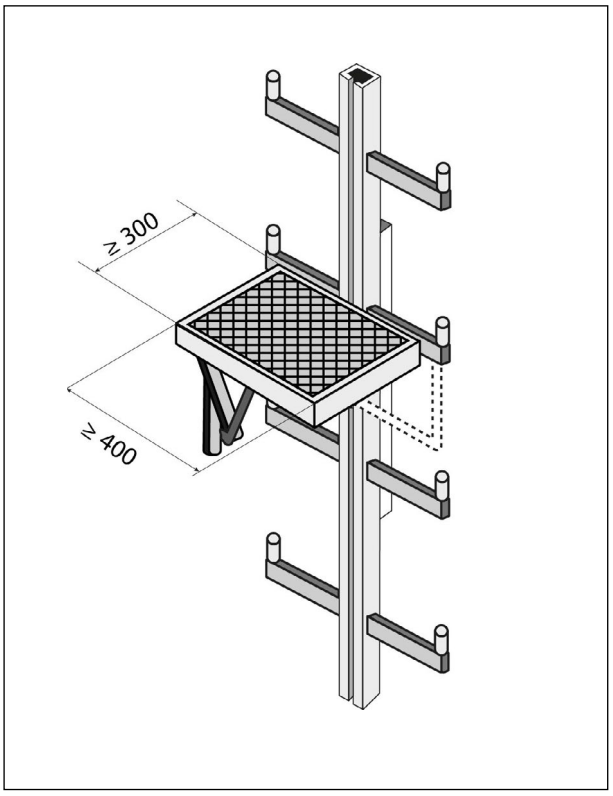
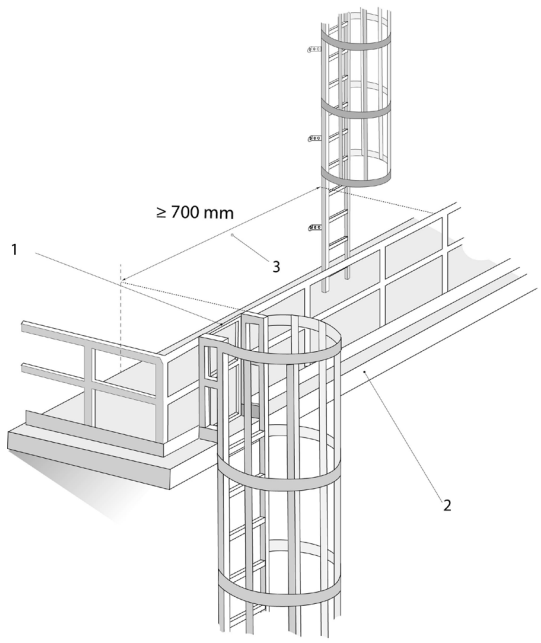


Figura 10b. Escala fija con descansillo móvil de una parte .

Las plataformas son de mayor tamaño porque pueden ser utilizadas por más de una persona a la vez. La norma UNE EN ISO 14122-4:2017 distingue tres tipos:

- Intermedias: son aquellas diseñadas para permitir el cambio de tramo (ver Figura 11). Tendrán una longitud (espacio libre entre dos tramos de escala) de mínimo 700 mm.
- De descanso: son aquellas que se montan en escalas de un único tramo para permitir que uno o más trabajadores puedan descansar al mismo tiempo. Su longitud será como mínimo de 700 mm y su anchura como mínimo de 500 mm.
- De acceso: son aquellas que se emplean para acceder a un sistema de escala ya sea desde la zona de salida o desde la zona de llegada porque no haya una estructura sólida y uniforme.



1 Puerta automática.
2 Plataforma intermedia.
3 Espacio libre entre dos tramos de escala.

Figura 11. Plataforma intermedia.

Las plataformas se deben diseñar conforme a los requisitos de la norma UNE-EN ISO 14122-2.

Las plataformas pueden tener una trampilla (escotilla que puede abrirse temporalmente para acceder a un tramo de escala). La abertura será al menos igual al tamaño de la anchura de jaula de seguridad, no se abrirá hacia abajo sino hacia arriba u horizontalmente de forma manual y se cerrará automáticamente después del paso seguro del trabajador.

Cuando la apertura se realice hacia arriba en trampillas contrapesadas, se podrá abrir al menos a 70 grados de la horizontal.

Según lo establecido en la normativa legal y técnica (ver Anexo II), la presencia de los descansillos o plataformas horizontales dependerá de lo siguiente:

- En escalas de un único tramo:
  - Con jaula de seguridad: dispondrán, cada 9m como máximo, de plataformas de descanso.
  - Sin jaula y con línea de anclaje rígida: dispondrán, cada 12m como máximo, de plataformas de descanso o descansillos móviles si no hubiera espacio suficiente.
- En escalas con tramos intercalados:
  - Con jaula de seguridad: dispondrán de una plataforma intermedia (cuando se vaya a utilizar por más de una persona al mismo tiempo) o un descansillo intermedio (si se va a usar por una sola persona) cada 6m máximo.
  - Sin jaula y con línea de anclaje rígida: dispondrán, cada 12m como máximo, de plataformas de descanso o descansillos móviles si no hubiera espacio suficiente y, cada 24m máximo, de plataforma intermedia (cuando se vaya a utilizar por más de una persona al mismo tiempo) o un descansillo intermedio (si se va a usar por una sola persona).

2.5. Dispositivos anti-acceso

Además de señalizar las zonas de los lugares de trabajo con riesgo de caída (apartado 2.4 del Anexo I del RD 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo), en la medida de lo posible se empleará un sistema que impida que trabajadores no autorizados accedan a dichas zonas (sistema de escala).

Por lo tanto, en escalas de gran altura y que estén en zonas transitadas o de acceso público, se recomienda disponer de algún dispositivo que evite su acceso no autorizado, ya sea con un sistema anti-escalada de puerta (figura 12) o una protección del sistema de acceso que requiera una llave para retirarla (figura 13).

Figura 12. Puerta anti-escalada.

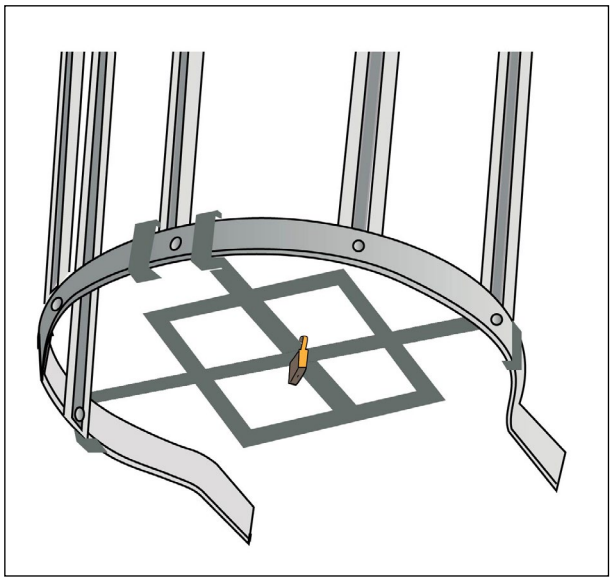


Figura 13. Mecanismo anti-acceso.

La conexión y desconexión del dispositivo de puerta anti-escalada sólo podrá hacerse desde una zona o posición segura. El acceso a la escala desde la zona de salida se realizará mediante un dispositivo alternativo de llave mientras que, cuando se permanezca en la escala, deberá ser operativo mediante la mano o el pie. El retorno al estado de cerrado y bloqueado se realizará mediante cierre automático (ej. empleo de muelles) y bloqueo automático después del paso seguro.

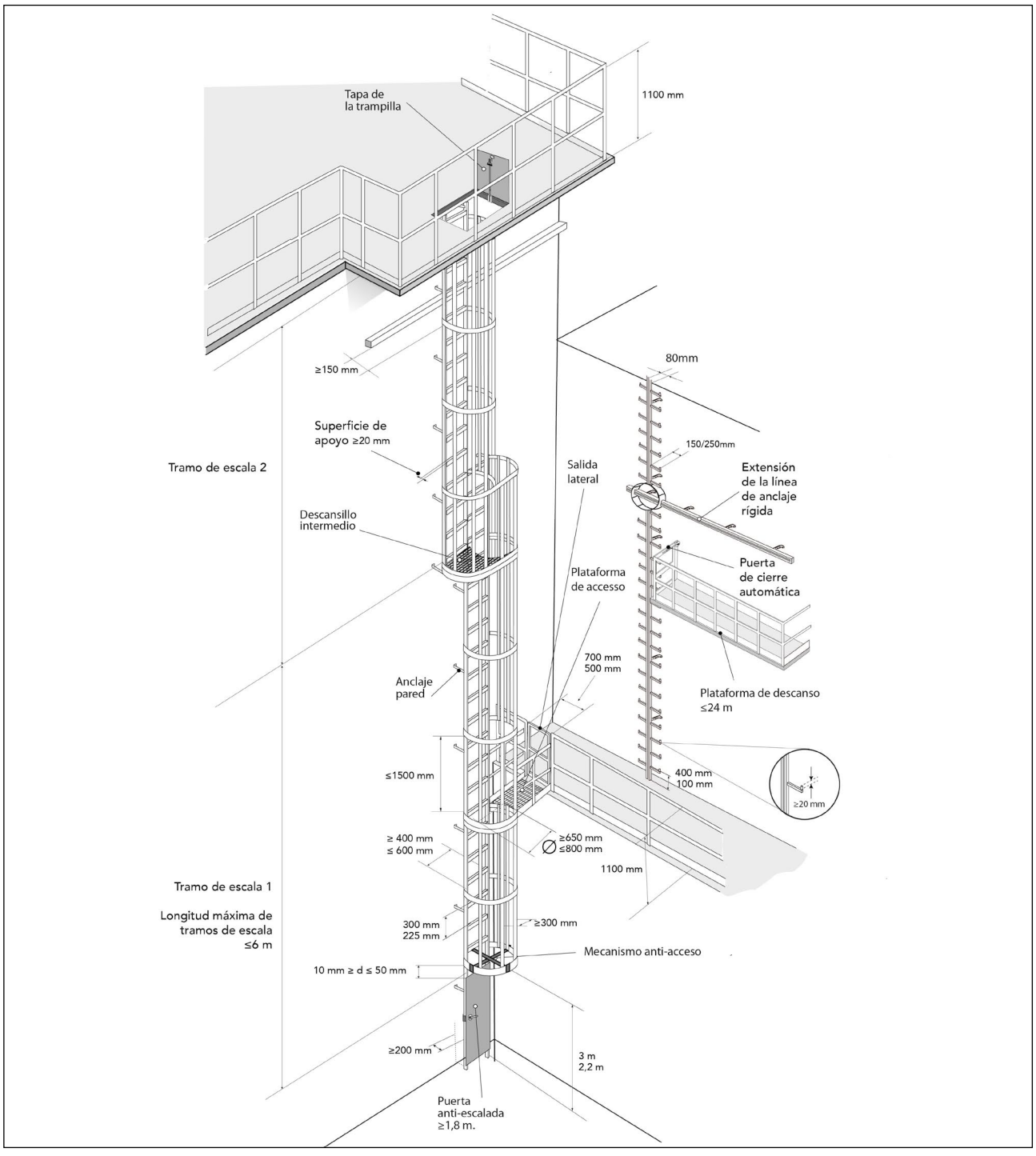
Las dimensiones de este sistema se reflejan en la tabla 1.

La información para desbloquear las puertas de acceso debe estar marcada de forma visible y permanente en la puerta o al lado de esta.

REQUISITOS PUERTA ANTI-ESCALADA	ESCALA CON JAULA	ESCALA CON DISPOSITIVO ANTICAÍDAS
Altura de la puerta	≥ 1,8 m	≥ 3 m
Distancia libre de la puerta a la jaula	10 mm ≥ d ≤ 50 mm	-
Escotilla horizontal que impida acceso a la jaula	Sí	-
Sistema de control del bloqueo desde el suelo	-	600 mm ≥ d ≤ 1800 mm

Tabla 1. Requisitos de la puerta anti-escalada según sistema contra caídas de la escala. (UNE EN ISO 14122-4:2017)

Anexo I. ELEMENTOS Y DIMENSIONES DE ESCALAS FIJAS CON Y SIN PROTECCIÓN CIRCUNDANTE



Anexo II. COMPARATIVA DE REQUISITOS DIMENSIONALES Y DE DISEÑO DE LAS ESCALAS FIJAS

Desde un punto de vista legal, únicamente podrían exigirse los valores establecidos en el RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, pero en negrita y cursiva se indican los parámetros que desde un punto de vista preventivo se recomiendan adoptar, bien porque proporcionan un mayor nivel de seguridad al trabajador, o bien porque hasta el momento no existe regulación en la normativa legal actual.

DISEÑO	ESCALAS DE DOS MONTANTES		ESCALAS DE UN MONTANTE
	UNE EN ISO 14122-4:2017	RD 486/1997 LUGARES DE TRABAJO	UNE EN ISO 14122-4:2017
Frente de peldaño a pared frontal de la escala	≥ 650 mm a pared frontal ≥ 600 mm a obstáculo fijo (tubería, otros elementos) en la pared frontal	***≥ 750 mm a pared frontal***	-
Distancia de cara frontal peldaño a la parte posterior fija	***≥ 200 mm a la parte posterior fija*** ***≥ 150 mm a la parte posterior fija con obstáculos***	-	-
Distancia de cara posterior del peldaño a la parte posterior fija	≥ 75 mm ≥ 60-70 mm para el peldaño superior	***≥ 160 mm***	-
Zona alrededor de los montantes si son usados como pasamanos	***≥ 75 mm excepto en el nivel de la zona de llegada***	-	-
Espesor del montante	-	-	***≤ 80 mm***
Distancia entre peldaños	***225 mm ≤ d ≤ 300 mm***	≤ 300 mm	***225 mm ≤ d ≤ 300 mm***
Espacio libre del eje de la escala a cada lado (si no hay jaula)	-	***≥ 400 mm***	-
Anchura libre entre dos montantes Con línea de anclaje rígida: distancia de la línea de vida a cada montante	***400 mm ≤ a ≤ 600 mm*** ***300 mm ≤ a ≤ 400 mm (si no hay espacio suficiente)*** ***≥ 150 mm***	≥ 400 mm	-
Espesor de la línea de anclaje rígida	***≤ 80 mm***	-	***≤ 80 mm***
Distancia entre el dispositivo de protección contra deslizamientos y el montante	-	-	***150 mm ≤ d ≤ 250 mm***
Acceso a la superficie fija sin apoyos	***Alargando 1.10 m la barandilla o lateral de la escala desde el último peldaño***	A través de plataformas (ver Anexo I) o alargando 1m la barandilla o lateral de la escala desde el último peldaño	***Alargando 1,10 m la barandilla***
Protección contra caídas	***Escalas con altura de caída ≥ 3 m:*** ***jaula de seguridad ≥ 2,2 m o sistema de protección individual contra caídas de altura***	Protección circundante (jaula de seguridad) ≥ 4 m de altura si la instalación no aporta protección en sí misma (conductos, pozos angostos…)	***Escalas con altura de caída ≥ 3 m: sistema de protección individual contra caídas de altura***

Plataforma de descanso[3] (para uso de más de una persona) o descansillo móvil (para uso de una sola persona) cuando no haya espacio. En escalas de un solo tramo.	Cada 12 m máximo con jaula de seguridad o con línea de anclaje rígida	***Cada 9 m o fracción de escala***	Cada 12 m máximo con jaula o con línea de anclaje rígida
Distancia máxima entre tramos intercalados	***6 m con jaula de seguridad***	-	***6 m con jaula de seguridad***
Descansillo intermedio (para usar por una sola persona en escalas de tramos intercalados)	***Cada 6 m máximo con jaula de seguridad***	-	***Cada 6 m máximo con jaula de seguridad***
Plataforma intermedia[4] (para uso simultáneo de más de una persona en escalas de tramos intercalados)	***Cada 6 m máximo con jaula de seguridad*** ***Cada 24 m máximo con línea de anclaje rígida***	-	***Cada 6 m máximo con jaula de seguridad*** ***Cada 24 m máximo con línea de anclaje rígida***
Superficie de apoyo plana del peldaño (prohibidos peldaños circulares)	***≥ 20 mm***	-	***≥ 20 mm***
Perímetro total de peldaños cerrados (cuadrado, poligonal, etc.)	***≤ 140 mm***	-	-
Altura de la protección antideslizante (reborde exterior en el lateral del peldaño)	-	-	***≥ 20 mm sobre el espesor del peldaño***
Separación entre la zona de salida y la parte superior del peldaño más bajo	***100 mm ≤ d ≤ 400 mm***	-	***100 mm ≤ d ≤ 400 mm***
Anchura de la abertura de acceso	***500 mm ≤ a ≤ 700 mm***	-	***500 mm ≤ a ≤ 700 mm***

BIBLIOGRAFÍA

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.

Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (transposición de la Directiva 89/656/CEE al ordenamiento jurídico español). BOE nº 140 12/06/1997.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. INSST. Edición 2015.

Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual. INSST. Edición 2012.

UNE EN ISO 14122-1: 2017. "Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 1: Selección de medios de acceso fijos y requisitos generales de acceso" .

UNE EN ISO 14122-3: 2017. "Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3: Escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos". (ISO 14122-3:2016).

UNE EN ISO 14122-4: 2017. "Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 4: Escalas fijas".

[3] *Estructura horizontal de un único tramo de escala diseñado para permitir que más de una persona al mismo tiempo descanse en el sistema de escala.*

[4] *Estructura horizontal entre dos tramos de escala consecutivos diseñada para permitir que más de una persona al mismo tiempo cambie de tramo o descanse en el sistema de escala.*

UNE-EN 353-1:2014+A1:2017. "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida".

UNE-EN 795:2012. "Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje".

UNE-EN14396:2004. "Escaleras fijas para pozos de registro".

UNE-EN 13101:2003. "Pates para pozos de registro enterrados. Requisitos, marcado, ensayos y evaluación de conformidad".

Safety and Security in building desing. RALPH SINNOT. Collins Professional and Technical Books. William Collins Son & Co. Ltd. London. 1985

Investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hoops, when used in conjunction with various fall-arrest systems, 720 pp. Health and Safety Executive, UK (2011). HSE_RR 657(2011).

Preliminary investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hopos. HSE RR258.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.161

Escalas fijas de servicio (II)

Service fixed ladders (II)
Échelles fixes de service (II)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Mónica Águila Martínez-Casariego
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Esta NTP es una continuación de la NTP 1160 Escalas fijas de servicio (I). Relaciona los principales riesgos y factores de riesgo derivados del uso de estos sistemas de acceso, así como las medidas preventivas a llevar a cabo para cada uno de ellos.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición

1. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos derivados de la utilización de las escalas pueden ser debidos tanto a unas deficientes condiciones materiales del lugar de trabajo, como a fallos en el diseño, instalación y mantenimiento de la misma, así como a actos inseguros del propio trabajador. A continuación se indica, a modo orientativo, una relación no exhaustiva de los principales riesgos y sus factores de riesgo relacionados:

Caída de altura debida a:

- Peldaños en mal estado o sucios.
- Ausencia de agarres laterales o asideros en escalas integradas para acceder y salir.
- Ausencia de la prolongación de los largueros hasta 1m por encima del nivel de la zona de salida.
- Huecos no protegidos o desembarcos peligrosos.
- Falta de rigidez y estabilidad del sistema de escala.
- Protección circundante en mal estado o mal diseñada.
- Elementos del sistema de protección individual contra caídas de altura en mal estado.
- Utilización de un arnés anticaídas con conector o elemento de amarre incompatible con el dispositivo anticaídas deslizante.
- Formación insuficiente del trabajador en la utilización de un dispositivo anticaídas deslizante con línea de anclaje rígida.
- Falta de visibilidad.
- Utilizar la escala llevando cargas excesivas en mochila, cinturón portaherramientas, etc.
- Utilizar la escala sin tener las dos manos libres.
- Subir o bajar de forma rápida.
- Saltar desde algún peldaño de la escalera.
- Intentar alcanzar zonas de trabajo separadas de los largueros produciendo un desplazamiento del centro de gravedad del operario originando su desequilibrio hasta su caída.

Golpes, cortes y caída de objetos

- Peldaños o largueros con astillas, esquinas o aristas cortantes, rebabas de soldaduras metálicas, etc.
- No utilización de un equipo de protección individual (EPI) para las manos o selección incorrecta del mismo.
- Contacto con la jaula de seguridad.
- Caída de materiales u objetos durante el uso por más de una persona.
- No utilización de casco de altas prestaciones.
- Golpe o cizallamiento con partes móviles de la escala (puertas, trampillas…).

Malas posturas y sobreesfuerzos

- Al subir o bajar por la escala en posturas inadecuadas.
- Debido a las dimensiones del lugar de trabajo.
- Subir o bajar por la escala portando cargas pesadas.
- Esfuerzo físico importante al franquear alturas totales elevadas.

Resbalones y patinazos

- Mal estado o suciedad de los peldaños o pates.
- Inadecuada selección o no utilización del calzado de uso profesional.

Contactos eléctricos

- Directos: por presencia de líneas eléctricas en tensión accesibles situadas en las proximidades de la escala.
- Indirectos: por corrientes de inducción, derivaciones, etc. en escalas que no están puestas a tierra.

2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas incluirán la elección del tipo de escala más segura según las necesidades de cada centro

de trabajo, la correcta instalación del sistema de escala, medidas de tipo técnico y medidas organizativas, como información y formación, utilización de permisos de trabajo, señalización, etc.

A continuación, se desarrollan dichas medidas preventivas.

2.1. Elección del tipo de escala

La elección del tipo de escala (incluyendo el medio de protección contra caídas que debe llevar) y el aseguramiento de que su diseño sigue los parámetros establecidos por la normativa legal y técnica es fundamental para eliminar o minimizar muchos de los riesgos asociados a la utilización de las mismas.

Los requisitos básicos relacionados con el diseño seguro de una escala se encuentran recogidos 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, en concreto en el apartado 8 del Anexo I-A.

Dichas especificaciones quedan recogidas a modo de resumen en el Anexo II de la NTP Escalas fijas de servicio (I). En ese anexo, se comparan los requisitos de diseño del RD 486/1997 con los establecidos en la norma técnica UNE EN ISO 14122-4:2017 "Seguridad en las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 4: Escalas fijas".

En general las escalas deben diseñarse y fabricarse según las exigencias legales y/o técnicas existentes, y los materiales a emplear deben seleccionarse de manera que resistan las condiciones previsibles de utilización. Se considerará en particular:

- El dimensionamiento y la selección de los componentes (incluyendo fijaciones, conexiones y apoyos) para garantizar la rigidez y estabilidad necesarios. Deberá preverse el número máximo de personas que puedan permanecer en la escala, así como el peso de los equipos o elementos que pueda ser necesario portar, las cargas adicionales motivadas por la fuerza del viento o la nieve o por los dispositivos de protección anticaídas en caso de que estos fueran necesarios, que puedan afectar a la estabilidad del sistema de escala, entre otros aspectos.
- La resistencia de todas las partes a los efectos del entorno, por ejemplo: el clima (temperatura, humedad, presencia de nieve), presencia de agua o aguas residuales (p.e. en pozos de registro. Ver norma UNE-EN14396 "Escaleras fijas para pozos de registro"), agentes químicos o gases corrosivos.
- El posicionamiento de los elementos de construcción de manera que no se pueda acumular líquido/polvo entre las juntas, por ejemplo.
- La utilización de materiales compatibles entre sí que minimicen la acción galvánica, la generación de chispas o la expansión térmica, entre otros.
- El diseño de toda parte que pueda estar en contacto con los usuarios, de manera que no le provoque daño o molestias (ej.: esquinas puntiagudas, soldaduras con rebabas, bordes ásperos…).
- La resistencia adecuada de las superficies al deslizamiento. Para evitar resbalones se pueden corrugar los peldaños, recubrirlos con material resistente al deslizamiento, usar dos hileras de peldaños, usar hileras múltiples perforadas o usar peldaños de perfil inclinado (en presencia de nieve, polvo o grasa).
- Las dimensiones de las pasarelas y plataformas de forma que satisfagan los requisitos legalmente establecidos.
- El correcto diseño de los elementos (asidero, plataformas, jaula de seguridad…) de forma que se asegure, cuando proceda, que el dispositivo anticaídas se puede conectar y desconectar a la línea de anclaje rígida desde una posición segura para el usuario.

Los sistemas de escala deben llevar marcada, en las zonas donde se efectúa el acceso (puntos de entrada y de salida), la carga máxima de la misma. Esta carga se habrá calculado teniendo en cuenta el número máximo de personas y las cargas adicionales como las herramientas y equipos que pueda portar el trabajador.

Los sistemas de escala deben instalarse conforme a las instrucciones dadas por el fabricante y alejadas de líneas eléctricas desprotegidas.

2.2. Medidas técnicas

Algunas de las medidas técnicas que se pueden llevar a cabo para el control de los riesgos no eliminados son:

Contra caída de altura

- En escalas integradas en pozos o zonas angostas sin jaula de seguridad, se utilizarán estribos extensibles o asideros para facilitar la entrada y salida de los mismos.

Contra contactos eléctricos

- Puesta a tierra de las escalas para evitar posibles contactos eléctricos indirectos.
- Suprimir la tensión de las líneas eléctricas que se encuentren en áreas próximas a la escala, cuando vaya a ser utilizada (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).

Empleo de equipos de protección individual

Cuando los riesgos mencionados anteriormente no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo, se hará uso de los siguientes EPI:

- *Guantes de protección contra riesgos mecánicos.* Siempre que se utilice una escala, se emplearán guantes de resistencia mecánica para protegerse contra los cortes, que serán conformes a la norma UNE-EN ISO 388: 2016, "Guantes de protección contra riesgos mecánicos", e irán marcados con el pictograma relacionado con los tipos de riesgos contra los que protegen. (Consultar el documento del INSST: Ficha de selección y uso de Guantes de protección contra riesgos mecánico).
- *Cascos de protección de alto rendimiento:* proporcionan mayor protección de la cabeza que los cascos de seguridad al ofrecer una mayor protección de la cabeza contra la caída de objetos y frente a impactos laterales. Se proporcionarán con barbuquejo (marcado KS). Serán conformes a la norma UNE-EN 14052:2012+A1:2012. "Cascos de protección de alto rendimiento para la industria". (Consultar el documento del INSST: Ficha de selección y uso de Cascos de protección).

– *Sistemas de protección individual contra caídas de altura:* son aquellos diseñados para prevenir o detener las caídas libres (ver UNE-EN 363:2018. "Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas"). De entre los diferentes tipos, el sistema anticaídas es el que está diseñado para detener la caída libre y limitar la fuerza de impacto sobre el trabajador, además de proporcionar suspensión al mismo en una posición que permita su rescate. Será por lo tanto este sistema el adecuado para utilizar en escalas fijas de servicio cuando no sea suficiente o posible la instalación de una protección circundante.

- Está constituido por un dispositivo de prensión del cuerpo (arnés anticaídas) que se conecta a un punto de anclaje mediante un subsistema de conexión (dispositivo de parada y conectores situados en cada extremo del subsistema).
- Atendiendo a la evolución de la técnica, a la evaluación de riesgos del puesto y a las condiciones de trabajo, se podrán utilizar diferentes subsistemas de conexión, si bien el recomendado para utilizar en escalas fijas será el dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje rígida. Todos los componentes del sistema anticaídas deben ser compatibles entre sí.

A continuación se describen los elementos del sistema anticaídas (ver figura 1), con el subsistema de conexión más recomendado en circunstancias normales en escalas fijas de trabajo. Para mayor información consultar la NTP 774. Sistemas anticaídas. Componentes y elementos.

El subsistema de conexión consta de:

1 Largero y línea de anclaje rígida.
2 Soporte.
3 Dispositivo anticaídas deslizante.
4 Conector.
5 Arnés anticaídas.

Figura 1. Elementos de un sistema anticaídas

- Un dispositivo anticaídas deslizante con bloqueo automático (dispositivo de parada). Forma un conjunto inseparable con la **línea de anclaje** y está destinado a ser usado por un único usuario a la vez. El propio dispositivo puede integrar un medio de disipación de energía (ver figura 2) o bien incorporar un absorbedor de energía (ver figura 3). Debe rodar o deslizarse por la línea de anclaje, acompañando al usuario, tanto cuando sube como cuando desciende, sin ninguna intervención de este, permitiendo de esta forma plena libertad de movimientos. Por ello, y puesto que se certifican de forma conjunta, debe utilizarse con la línea de anclaje prevista por el fabricante. En caso de que el dispositivo anticaídas se pudiera separar de la línea de anclaje rígida, esta deberá llevar marcada una indicación sobre el modelo y tipo/identificación del dispositivo anticaídas apropiado.

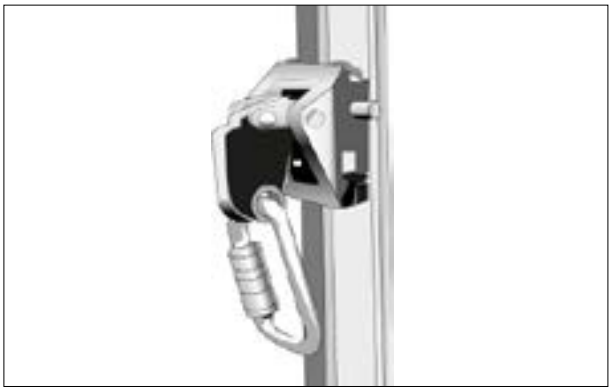


Figura 2. Dispositivo anticaídas deslizante sin absorbedor de energía

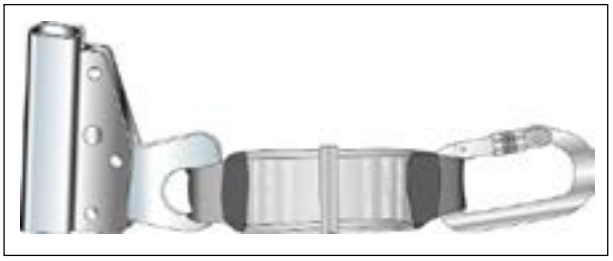


Figura 3. Dispositivo anticaídas deslizante con absorbedor de energía

- Debe cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 353-1:2014+A1:2017, Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje, parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida. (Consultar el folleto y Cartel del INSST: Equipos de protección individual contra caídas de altura).

- Un conector o un elemento de amarre terminado en un conector, que se fija al dispositivo anticaídas deslizante y al arnés anticaídas. El equipo de amarre puede llevar incorporado un absorbedor de energía cinética (ver figura 4). La conexión y desconexión al dispositivo anticaídas deslizante por parte del usuario deberá poder hacerse desde una posición segura, por ejemplo, desde una plataforma de descanso protegida, con barandilla y con puerta de cierre automático.

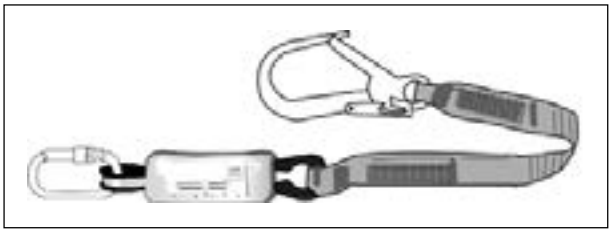


Figura 4. Equipo de amarre con conector y absorbedor de energía

- Arnés anticaídas. Su sistema de enganche debe ser compatible con el dispositivo anticaídas deslizante con línea de anclaje rígida, de lo contrario, existirá riesgo de caída.

Los EPI contra caídas de altura son de categoría III, por tanto, sobre el equipo debe figurar el marcado CE seguido del número de identificación del organismo notificado que participe en el procedimiento de conformidad con el tipo (módulo C2 o D del Reglamento UE 2016/425, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2016 relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo).

Se debe tener en cuenta siempre lo indicado en el folleto de instrucciones del fabricante para que la eficacia de la protección del EPI ofrecida sea máxima. Además, en caso de instalación de un dispositivo anticaídas sobre línea de anclaje rígida, el fabricante suministrará instrucciones sobre la correcta instalación (entre otros: ángulo máximo permitido con la vertical, máxima carga, orientación correcta, limitaciones de la instalación).

El sistema anticaídas solo será efectivo si el usuario elije utilizarlo, si el usuario ha recibido formación específica sobre su utilización y mantenimiento (verificación visual antes y después de su utilización), si se usa adecuadamente, si está bien mantenida la línea de anclaje y el dispositivo anticaídas (los EPI contra caída de altura se revisarán por personal competente al menos cada 12 meses) y si el sistema de enganche del arnés es compatible con el dispositivo anticaídas.

Iluminación

- Las escalas deben tener una intensidad de iluminación mínima de 100 lux (zona de baja exigencia visual), especialmente deberá asegurarse cuando deban utilizarse en horario nocturno o estén instaladas en interiores poco o nada iluminados.
- Los puntos de luz deben instalarse de forma que no puedan ser manipulados o expoliados y estarán convenientemente aislados y puestos a tierra. Los focos de luz deberán instalarse de forma que no produzcan deslumbramientos en los ojos del trabajador.

Señalización

- Se instalará señal que indique que está PROHIBIDA LA UTILIZACIÓN DE LA ESCALA POR PERSONAL NO AUTORIZADO.
- Si se detectara algún defecto que necesite urgente corrección, la escalera deberá ser clausurada con la ayuda de una señal de información que indique "ESCALERA FUERA DE SERVICIO, PROHIBIDA SU UTILIZACIÓN", que deberá permanecer en tanto en cuanto no sea reparada por el servicio de mantenimiento.
- Las anteriores indicaciones se podrán complementar con cualquier otra que se considere necesaria para que la escala se utilice con las máximas medidas de seguridad (por ej. utilización de arnés de seguridad obligatorio en escalas con dispositivo anticaídas deslizante).

Mantenimiento preventivo

- Todas las escalas instaladas deben inspeccionarse periódicamente según las instrucciones del fabricante y teniendo en cuenta su uso y las condiciones a las que estén sometidas.
- Es conveniente llevar un registro de cada inspección por lo que sería recomendable desarrollar una lista de inspección de escalas para cada caso. A modo orientativo se expone en la Tabla 1 una lista de inspección de escalas fijas de servicio.
- Muchos de los problemas de conservación anteriores pueden ser evitados si se emplean materiales resistentes a la corrosión o se protege posteriormente contra esta, tanto la jaula como la propia escala.

Elemento revisado	SÍ Necesita corrección	NO
Peldaños o largueros sueltos, desgastados o dañados	☐	☐
Peldaños o largueros con astillas, esquinas o aristas cortantes, rebabas de soldaduras metálicas	☐	☐
Partes de la jaula dañadas o corroídas	☐	☐
Soportes mal anclados	☐	☐
Pernos y remaches corroídos	☐	☐
Barandillas o ménsulas de las plataformas corroídas	☐	☐
Peldaños debilitados o dañados	☐	☐
Línea de anclaje rígida y anticaídas deslizante deteriorados	☐	☐
Base de la escala o de las plataformas obstruidas	☐	☐
Ausencia de cartel con información del fabricante y de la escala en zonas de acceso	☐	☐

Tabla 1: Lista de inspección de escalas de servicio

2.3. Medidas organizativas

Valoración de la aptitud de los trabajadores usuarios

A través de la vigilancia de la salud se determinará si las características físicas, psíquicas y los antecedentes médicos del trabajador le hacen apto para utilizar estos sistemas de acceso.

Información y formación de los trabajadores

Todo trabajador que deba usar escalas fijas de servicio deberá ser informado y recibir una formación específica atendiendo a las siguientes normas de utilización, entre otras:

- Comprobar, antes de utilizar la escala, que no presenta defectos y está libre de sustancias resbaladizas, como pueden ser barro, grasa, aceite, hielo, etc.
- Los materiales y/o herramientas necesarias se deberán subir o bajar utilizando algún sistema manual de izado y/o un portaherramientas apropiado.

- Subir de cara a la escala utilizando ambas manos para sujetar firmemente los escalones o largueros laterales.
- Situar el pie firmemente sobre cada escalón antes de transferir todo el peso a cada uno de los pies.
- Subir o bajar tranquilamente sin prisas evitando hacerlo corriendo o deslizándose sobre los largueros.
- No saltar desde cualquiera de los escalones de una escala.
- No utilizar calzado con tacones y revisarlo antes de utilizar una escala cerciorándose de que no tiene grasa, barro o cualquier otra sustancia deslizante.

Aquellos trabajadores que utilicen escalas con dispositivo anticaídas deslizante deberán, además, recibir una formación específica sobre los riegos de trabajar en altura, utilización correcta de los equipos de protección individual anticaídas, cómo colocarlos, cómo mantenerlos, cómo guardarlos y cómo revisarlos.

Designación de un recurso preventivo y plan de rescate

Cuando las características de la escala, las condiciones de acceso o las condiciones ambientales hagan que exista un riesgo de caída grave desde altura, se designará un recurso preventivo, tal y como establece el artículo 22 bis del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Permanecerá próximo a la escala durante el tiempo en que esta deba ser utilizada y vigilará el cumplimiento de las actividades preventivas previstas y comprobará su eficacia.

El recurso preventivo podrá ser un miembro del servicio de prevención, un trabajador designado o cualquier trabajador que tenga los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en la utilización de ese tipo de escalas y, además, cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Si además ha recibido formación sobre los procedimientos de rescate y salvamento y dispone de los medios necesarios para llevarlo a cabo según lo previsto en el plan del rescate, podrá responsabilizarse del mismo; en caso contrario, dicho plan definirá la forma de llevarlo a cabo estableciendo los medios humanos y materiales necesarios así como las personas responsables implicadas en el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

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.

Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (transposición de la Directiva 89/656/CEE al ordenamiento jurídico español).

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.

Reglamento UE 2016/425, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2016 relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. INSST. Edición 2015.

Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual. INSST. Edición 2012.

NTP 774. Sistemas anticaídas. Componentes y elementos. INSST, 2007.

UNE-EN 363:2018. "Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas".

UNE EN ISO 14122-1: 2017. "Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 1: Selección de medios de acceso fijos y requisitos generales de acceso".

UNE EN ISO 14122-3: 2017. "Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3: Escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos".

UNE EN ISO 14122-4: 2017. "Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 4: Escalas fijas".

UNE-EN 353-1:2014+A1:2017. "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida".

UNE-EN ISO 388: 2016. "Guantes de protección contra riesgos mecánicos".
UNE-EN 795:2012. "Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje".

UNE-EN 14052:2012+A1:2012. “Cascos de protección de alto rendimiento para la industria”.

UNE-EN14396:2004. “Escaleras fijas para pozos de registro”.

UNE-EN 13101:2003. “Pates para pozos de registro enterrados. Requisitos, marcado, ensayos y evaluación de conformidad”.

Safety and Security in building desing. RALPH SINNOT. Collins Professional and Technical Books. William Collins Son & Co. Ltd. London. 1985.

Investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hoops, when used in conjunction with various fall-arrest systems. 720 pp. Health and Safety Executive, UK (2011). HSE_RR 657(2011).

Preliminary investigation into the fall-arresting effectiveness of ladder safety hopos. HSE RR258.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.162

Exoesqueletos I: Definición y clasificación

Exoskeletons I: Definition and classification.
Exosquelettes I: Définition et classification.

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Jon Zubizarreta Molinuevo
CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSST

El desarrollo tecnológico ha conseguido crear un nuevo tipo de dispositivos, los exoesqueletos, que empiezan a presentarse como una vía de intervención ergonómica y de mejora de las condiciones de trabajo, especialmente en lo que a la Carga Física se refiere.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente es bien conocido que las demandas y exigencias físicas de la actividad laboral pueden ocasionar daños a la salud. Para tratar de evitarlos y ayudar a dar respuesta a esta problemática, se ha desarrollado un nuevo tipo de dispositivos, conocidos como exoesqueletos, que proporcionan ayuda para la realización del trabajo.

Su presencia es cada vez mayor en las empresas, estando ya implantados en sectores de actividad tales como la fabricación de automóviles, la aeronáutica, la logística etc. donde frecuentemente se realizan tareas de fuerte demanda física, tales como la manipulación manual de cargas, la adopción de posturas forzadas o mantenidas, o la ejecución de movimientos repetitivos.

Una vez agotadas las medidas de protección colectiva para evitar estos riesgos laborales, en ocasiones se recurre a proporcionar a los trabajadores exoesqueletos.

Su definición es amplia, englobando una gran variedad de equipos de muy diferentes tipologías y aplicaciones. Algunos de ellos, por ejemplo, se encuadran en el capítulo “robots”, ya que, al disponer de partes móviles accionadas por una fuente de energía exterior, son considerados como máquinas.

Hay un gran potencial de aplicación de estos equipos en el mundo laboral para tratar de optimizar la realización de tareas, con la finalidad de reducir los trastornos musculoesqueléticos. Siendo estos trastornos un problema frecuente en algunos sectores de actividad, como los anteriormente señalados, es precisamente en ellos donde los exoesqueletos van adquiriendo mayor protagonismo.

Con la ayuda de la tercera encuesta europea de empresas sobre riesgos nuevos y emergentes (ESENER) llevada a cabo por la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo en 2019, en la que fueron entrevistadas 45.000 empresas en 33 países de Europa, se evidenció el impacto que las lesiones osteomusculares tienen en la población laboral.

Esta encuesta es la tercera edición de una serie llevada a cabo desde 2004. En ella se señala que, por ejemplo, la preocupación por el impacto que puede tener sobre la salud el estar sometido a movimientos repetitivos en el trabajo es del 58,1% como media y, en España, del 76,3%.

En cuanto a las estadísticas en España, las relativas a enfermedades profesionales señalan que las encuadradas en el Grupo 2: Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos suponen alrededor del 85% de los partes cerrados. En este Grupo 2 se encuadran todas aquellas patologías provocadas, entre otros factores, por posturas forzadas y movimientos repetitivos, vibraciones etc. En cuanto a los accidentes de trabajo, aproximadamente el 30% se encuadra en el capítulo de sobresfuerzos (*Accidentes de Trabajo con baja, en jornada e in itinere, según gravedad, 2019*).

Por todo lo anterior, resulta evidente que cualquier actuación que suponga a priori una mejora de las condiciones de trabajo, reduciendo algunos de los factores de riesgo osteomuscular, va a ser una buena noticia en el campo de la ergonomía aplicada a la prevención de riesgos laborales.

Pero si bien es cierto que los exoesqueletos pueden ser una herramienta de mejora, su implantación no debe constituir una acción aislada, sino seguir los principios y la jerarquía de las acciones preventivas vigilando especialmente que su uso, en primer lugar, ayude a eliminar o controlar el factor de riesgo detectado y, en segundo lugar, que su introducción en los lugares de trabajo no genere nuevos riesgos a las personas usuarias o a terceras personas , ni provoque una respuesta de rechazo por parte de quien debe usarlos. En este sentido recomendamos revisar la NTP 1163: Exoesqueletos II: Criterios para la selección e integración en la empresa.

2. DEFINICIÓN DE EXOESQUELETO

Como se señalaba en el punto anterior, el término “Exoesqueleto” supone una extensa categoría donde se encuadran una amplia gama de dispositivos. Una definición extendida y aceptada es aquella que los describe como ***“dispositivos externos portátiles* (en inglés**

"*wearable", ya que se colocan sobre el cuerpo del usuario) utilizados con el objetivo de incrementar las capacidades*" (Michiel P. de Looze, *Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load*, Ergonomics 2015).

Como vemos, la propia definición no es demasiado precisa debido a la diferente tipología de estos equipos, sus distintas formas y principios de funcionamiento y también a sus diferentes campos de aplicación. Es un ámbito, además, en constante y rápida evolución, lo que hace que cada día se diseñen y utilicen nuevos modelos con capacidades mejoradas y ampliadas.

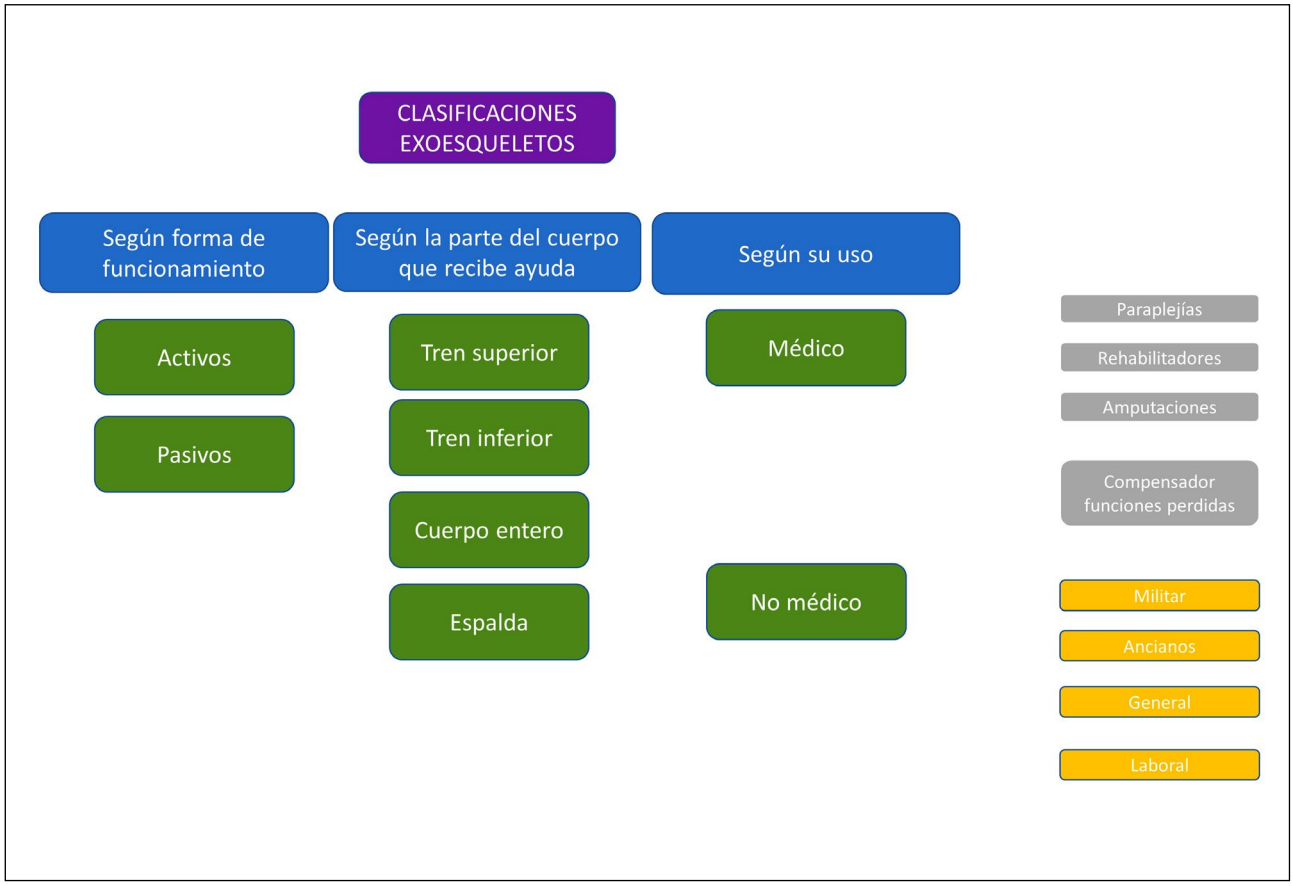
Para poder encuadrar estos equipos de una manera más clara, se exponen a una serie de clasificaciones, lo que permitirá conocer los grupos y aplicaciones principales de los exoesqueletos.

3. CLASIFICACIONES DE EXOESQUELETOS

que lleva a cabo el usuario, aumentando con ello su capacidad física o disminuyendo la fatiga. Muy frecuentemente son utilizados como ayuda en el manejo manual de cargas.

El uso de estos exoesqueletos activos supone una clara reducción de la carga física para el usuario. Sin embargo, suelen ser equipos pesados, siendo este factor una de sus limitaciones, y haciendo necesario que, en ocasiones, haga falta un apoyo añadido del dispositivo al suelo, con la intención de reducir el peso provocado por el propio exoesqueleto y soportado por la persona. Es una de las dificultades que hacen que su empleo no esté muy extendido hasta este momento.

Si bien, a día de hoy, no son los exoesqueletos más frecuentes en los puestos de trabajo, sí que, por sus características, son los más complejos y los que más consideraciones despiertan debido a, por ejemplo, los nuevos riesgos que podrían presentar para quien los utiliza. Este grupo es el relacionado con el aspecto de "máquina" o "robot".



Esquema de las posibles clasificaciones de los exoesqueletos.

Una primera clasificación estaría basada en su **forma de funcionamiento**, pudiéndose agrupar en dos grandes bloques. Si bien existe la posibilidad de equipos híbridos, como tercer grupo, su existencia hasta la fecha es meramente testimonial:

- Exoesqueletos Activos.
- Exoesqueletos Pasivos.

Exoesqueletos Activos

Los exoesqueletos activos cuentan, entre sus componentes, con partes móviles accionadas por motores eléctricos o neumáticos, para ayudar en los movimientos

Exoesqueletos Pasivos

Como contraposición a los activos, estos exoesqueletos no cuentan con un aporte externo de energía que mueva partes del equipo. Por el contrario, utilizan la energía generada por el movimiento del propio usuario que, almacenada y repartida, servirá para reajustar la carga física soportada por diferentes segmentos corporales.

Son los que mayor implantación tienen a día de hoy estando dirigidos a disminuir las cargas que, especialmente a nivel lumbar, soporta la espalda. Se aprecia, en base a estudios llevados a cabo de forma experimental,

una reducción de la tensión soportada por la columna. Por otro lado, esa reducción se logra a base de desplazar el peso a otros segmentos del cuerpo; tal es así que se ha detectado un aumento considerable en la carga que deben soportar las piernas, lo que puede ser fuente de fatiga o molestias.

Una segunda posible clasificación se hace según la **parte del cuerpo** que recibe ayuda. Así, se encuentran:

- **Exoesqueletos de tren superior**
  Ayudan a soportar el peso de herramientas y brazos, en especial cuando se trabaja con estos, elevados por encima de los hombros. Algunos de ellos son específicos para las manos.
- **Exoesqueletos de tren inferior**
  Mejoran el desempeño de las piernas o permiten un apoyo continuado durante el desarrollo de la tarea.
- **Exoesqueletos de cuerpo entero**
  Mejoran las capacidades tanto del tren superior como del inferior.
- **Exoesqueletos de espalda**
  Ayudan a proteger la misma.

Finalmente, otra clasificación viene dada por la **finalidad de uso** de estos equipos.

Uso médico:

La medicina es uno de los campos de más temprano y mayor desarrollo de los exosqueletos. Desde hace ya muchos años se utilizan para ayudar a la recuperación de funcionalidades perdidas o para suplirlas.

Hay que retroceder hasta 1890 para encontrar el primer ejemplo de utilización de este tipo de elementos: una patente estadounidense de un dispositivo para ayudar a caminar.

Estos esfuerzos en la búsqueda de ayudas que permitan una funcionalidad mayor o una recuperación de capacidades mermadas o perdidas han proliferado en distintos campos de la medicina.

El primero de ellos, por ejemplo, es el uso de exoesqueletos para paraplejias.

Su objetivo es recuperar la movilidad de miembros paralizados como consecuencia de alguna lesión traumática o por enfermedad. Si bien aún en un estado inicial de desarrollo, ya se pueden encontrar en el mercado exoesqueletos que permiten, por ejemplo, recuperar la función de ponerse de pie y caminar. Todavía existen problemas sin resolver en su diseño, como el elevado peso de los equipos. Si su finalidad es dotar de autonomía al usuario, no se deben utilizar cables como fuente de alimentación del exoesqueleto, luego habrá que recurrir a baterías más potentes que permitan ese mayor rango de movilidad. Pero estas baterías son pesadas, incrementando de manera importante el peso total del exoesqueleto, lo cual reduce su efectividad. Si se tiene en cuenta, además, que la duración de las baterías sigue siendo muy corta, es fácil entender por qué el uso de los exoesqueletos en este ámbito no se ha extendido más hasta el día de hoy.

Otro campo de aplicación de estos equipos es la rehabilitación.

Tras sufrir un trauma o un accidente cardiovascular que afecten al sistema nervioso central, se puede producir una limitación en la capacidad de caminar. Los exoesqueletos intentan paliar esta pérdida a la vez que sirven o colaboran en el entrenamiento para la recuperación, en parte o de manera total, de la capacidad afectada.

El tercer ámbito de aplicación es en amputaciones, bien por causa traumática o por enfermedad, centrándose en suplir el órgano o miembro perdido.

Uso no médico:

Un amplio desarrollo de los exoesqueletos se ha venido dando en el terreno militar.

Lo que se busca en este ámbito al emplear estos equipamientos externos no es suplir funciones perdidas, sino mejorar el rendimiento de la persona, a la vez que disminuir la fatiga. Así, en el transporte manual de material pesado recorriendo largas distancias, el uso de estos exoesqueletos permitiría transportar, sin apenas fatiga, pesos de hasta 100kg. no obstante su uso sigue siendo limitado por la necesidad de baterías de larga duración (y, por ello, de peso elevado) para operaciones sobre el terreno, lo que reduce la efectividad final obtenida. Asimismo, los problemas en las articulaciones que soportan el peso del dispositivo y cómo evitar los mismos, constituyen otro gran reto en este campo.

En el campo del envejecimiento

El envejecimiento supone una merma en muchas capacidades físicas y se pierde fuerza, agilidad, movilidad etc. La finalidad de los exoesqueletos en esta área es complementar las funcionalidades disminuidas y permitir a la persona cumplir con el desempeño habitual de sus actividades diarias.

Además, se siguen diseñando exoesqueletos con una finalidad de uso general, con aplicabilidad en campos tan variados como el deportivo, entretenimiento o astronáutica.

Por último, estos equipos también se usan en el ámbito laboral. De ellos se van a ampliar detalles a continuación, y en la NTP 1163.

4. APLICACIONES LABORALES DE LOS EXOESQUELETOS

Uno de los factores de carga física, que pueden ser objeto de mejora mediante el empleo de los exoesqueletos, es el de Manipulación Manual de Cargas. El empleo de dispositivos pasivos, que permitan un reparto de la presión soportada por la columna lumbar, descargando parte de la tensión en las piernas, por ejemplo, o exoesqueletos

activos, que aporten la ayuda de un motor externo, pueden suponer una mejora clara en el desempeño de la tarea y en la salud de quien la lleva a cabo.

Muy relacionado con este factor de riesgo está también el de las posturas necesarias para llevar a cabo el trabajo. Posturas mantenidas o forzadas, manejando pesos o realizando esfuerzos, pueden verse mejoradas con la introducción de exoesqueletos.

En algunos puestos donde otras actuaciones prioritarias, como el rediseño del puesto o cambios organizativos no resultan viables (por ejemplo, en obras de construcción, tareas forestales, etc.) la introducción de exoesqueletos puede llegar a ser la única solución posible hoy en día.

En general, los que mayor implantación tienen actualmente son los exoesqueletos de tipo pasivo, dirigidos a disminuir las cargas que, especialmente a nivel lumbar, soporta la espalda. Se aprecia, en base a estudios llevados a cabo de forma experimental, una reducción de la tensión soportada por la columna. Pero también esa reducción se logra a base de desplazar el peso a otros segmentos del cuerpo; tal es así que se ha detectado un aumento considerable en la carga que deben soportar las piernas, lo que puede ser fuente de fatiga o molestias.

5. LEGISLACIÓN Y NORMALIZACIÓN

Un aspecto que afecta a todo tipo de exoesqueletos tanto activos como pasivos es el de los requerimientos que deben cumplir para su comercialización.

Por un lado, encontramos exoesqueletos con una finalidad médica regulados por la *Directiva Europea 93/42/CEE* transpuesta a la legislación española y actualmente bajo lo señalado en el Real *Decreto 1591/2009, de 16 de octubre*, por el que se regulan los productos sanitarios. Por otro, los utilizados en el entorno laboral, que se pueden considerar bajo la regulación de la *Directiva de Máquinas 2006/42/EC,* transpuesta al derecho español en el *Real Decreto 1644/2008 de 10 de octubre*, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Son los exoesqueletos activos, con partes móviles accionadas por motores.

En cuanto a la Normalización, en estos momentos la ISO 13482 sería la referencia para los robots sanitarios. Si bien en el campo cercano de los robots colaborativos empieza a trabajarse desde la Normalización, por ejemplo ISO/TS 15066:2016 *Robots and robotic devices — Collaborative robots,* tan solo la norma *ISO/DIS 18646-4(en) Robotics — Performance criteria and related test methods for service robots — Part 4: Lower-back support robots* toca directamente el apartado de exoesqueletos.

Esto, como ya se ha planteado, supone una dificultad para la extensión del uso de los exoesqueletos. La falta de normas internacionales hace más difícil cumplir con las obligaciones legales del fabricante, dificultando, además, la comercialización de estos equipos en el mercado único europeo.

6. DIFICULTADES DE IMPLANTACIÓN

Además de la ya apuntada carencia de normas, lo cierto es que el empleo de exoesqueletos plantea múltiples retos, especialmente en lo que se refiere a la Seguridad de los usuarios y la Ergonomía en su uso.

En cuanto a la Seguridad, no se puede olvidar que el uso de estos dispositivos supone una continua interacción con la persona, ocupando el mismo espacio durante el mismo tiempo de trabajo, debiendo acompañar los movimientos de la persona trabajadora, anticipando incluso las acciones imprevistas y sin provocar, a su vez, movimientos indeseados. Hay que considerar, también, cómo el portar estos dispositivos altera la cinestesia de la persona, modificando el equilibrio natural del cuerpo, o cómo pueden cambiar la respuesta ante un riesgo inminente dificultando esquivar un objeto móvil, por ejemplo, o la huida o evacuación por una vía de espacio reducido.

Hay que considerar, además, la posible interacción en el caso de utilización de un EPI y un exoesqueleto de manera simultánea. Así mismo, el riesgo ocasional generado por las baterías empleadas, los fluidos, etc.

Incluso, si se piensa en la conectividad de los dispositivos, en la internet de las cosas, habrá que tener en cuenta la posibilidad de un acceso no deseado al sistema y la toma del control desde una conexión externa *(hackeo).*

Por último, también pueden presentarse problemas que afectan a la ergonomía durante su uso. Ya se ha comentado que, al modificar la parte del cuerpo que recibe la carga, otras partes pueden recibir sobresfuerzos. Por otro lado, como efecto contrario y derivado de la falta de ejercicio, puede producirse una disminución del tono muscular. Para evitarlo, debería estimarse un uso no prolongado y la realización de ejercicios de fortalecimiento de la parte afectada (zona abdominal, lumbar, etc.).

También se pueden encontrar otros efectos indeseados por el uso de exoesqueletos debido al incremento de trabajo cardiovascular, fruto del peso del dispositivo.

Asimismo, pueden darse sudoración o rozaduras en las zonas de apoyo del dispositivo. Se debe estar especialmente atentos a la adaptación del exoesqueleto a la

persona usuaria, en concreto desde una perspectiva de género, debido a las diferencias anatómicas a considerar, sobre todo en los apoyos en hombro, cintura o bandas pectorales.

7. CONCLUSIONES

Los exoesqueletos pueden ser una ayuda en la prevención de riesgos laborales, aunque es necesario mejorar su diseño y funcionalidades. Para ello, resulta esencial que haya avances en el terreno de la normalización, así como que la decisión de integrarlos en un puesto de trabajo sea fruto de una evaluación y una reflexión previas que garanticen que es la mejor solución posible, y que se cuente con la opinión de las personas usuarias y de sus representantes.

No hay que olvidar, en ningún caso, los principios y jerarquía de las acciones preventivas y hacer hincapié en mejoras en el diseño de los puestos (utilizar ayudas mecánicas como manipuladores, por ejemplo) o en la organización de la tarea (cambio de actividad, pausas, etc.) antes que recurrir a otro tipo de medidas como pudieran ser los exoesqueletos.

Siguiendo la reflexión de NIOSH, llevada a cabo inicialmente en referencia a la utilización de fajas lumbares y luego ampliado a los exoesqueletos, "la forma más efectiva de prevenir lesiones de espalda es rediseñar el puesto de trabajo y las tareas para reducir el riesgo en la manipulación".

BIBLIOGRAFÍA

Brian D. Lowe, et al 2016: **Wearable Exoskeletons to Reduce Physical Load at Work** NIOSH SCIENCIE blog
Disponible en:
https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2016/03/04/exoskeletons/

Michiel P. de Looze, et al 2016 **Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load** Ergonomics Volume 59, 2016
Disponible en:
https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00140139.2015.1081988?needAccess=true

Planas, Elvira et al 2020 **Ergonomía 4.0 y Exoesqueletos. Mitos, leyendas y certezas.** Mutua Universal.
Disponible en:
http://trabajosaludable.mutuauniversal.net/export/sites/trabajo_saludable/es/publicaciones/202033/.content/documentos/Folleto_ERGONOMIA-4.0-Y-EXOESQUELETOS_Mitos-leyendas-y-certezas_v2.pdf

Schick, Ralf 2019 KAN Brief **Exoskeletons at work: everything safe and sound?** KAN Brief 3-19
Disponible en:
https://www.kan.de/en/publications/kanbrief/exoskeletons/exoskeletons-at-work-everything-safe-and-sound/

Van der Vorm, et al 2015 **ROBO MATE. White paper Considerations for developing safety standards for industrial exoskeletons**
Disponible en:
http://www.robo-mate.eu/uploads/7/0/9/9/70997359/robo-mate_whitepaper_safety_standards_in_exoskeletons.pdf

Ministerio de Empleo y Economía Social. Estadística de Accidentes de Trabajo 2019.
Disponible en:
http://www.mites.gob.es/es/estadisticas/monograficas_anuales/EAT/2019/index.htm

Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. Servicio Estadístico EEPP.
Disponible en:
https://w6.seg-social.es/PXWeb_NCIP/pxweb/es/Enfermedades%20profesionales/Enfermedades%20profesionales__Cuadros%20Estad%c3%adsticos__Datos%20anuales__2-%20Partes%20cerrados__2-1%20N%c3%bamero%20de%20partes/?rxid=2d9fc348-5076-490f-8303-915b2132ab6a

Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Exoesqueletos laborales: dispositivos robóticos ponibles e impedirán que en el futuro se produzcan trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo**.**
Disponible en:
https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/MSDs_Occupational_exoskeletons_wearable_devices.pdf

Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Encuesta europea de empresas sobre riesgos nuevos y emergentes (ESENER)
Disponible en:
https://osha.europa.eu/es/facts-and-figures/esener

Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo.
The Impact of Using Exoskeletons on Occupational Safety and Health EU-Osha
Disponible en:
https://osha.europa.eu/en/publications/impact-using-exoskeletons-occupational-safety-and-health

ISO/TS 15066:2016 Robots and robotic devices — Collaborative robots **ISO**
Disponible en:
https://www.iso.org/standard/62996.html

ISO/DIS 18646-4 Robotics — Performance criteria and related test methods for service robots — Part 4: Lower-back support robots **ISO**
Disponible en:
https://www.iso.org/standard/75545.html

Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los productos sanitarios.
Disponible en:
https://www.boe.es/eli/es/rd/2009/10/16/1591

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
Disponible en:
https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/10/10/1644

Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual.
Disponible en:
https://www.boe.es/doue/2016/081/L00051-00098.pdf

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.163

Exoesqueletos II: Criterios para la selección e integración en la empresa

Exoskeletons II: Criteria for selection and integration in the company
Exosquelettes II: Critères de sélection et d'intégration dans l'entreprise

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Teresa Álvarez Bayona
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Esta NTP se centra en los equipos conocidos como "exoesqueletos" en un entorno laboral, equipos que se emplean con el objeto de reducir la carga física en tareas concretas. A la hora de determinar la necesidad o conveniencia de utilizar un exoesqueleto, es imprescindible tener presente los principios de la acción preventiva. Una vez que se ha determinado que el exoesqueleto podría ser una solución a un problema, se deben considerar una serie de aspectos para la selección e implantación del más adecuado. A continuación, se presentan algunos criterios que podrían ser útiles para este fin.

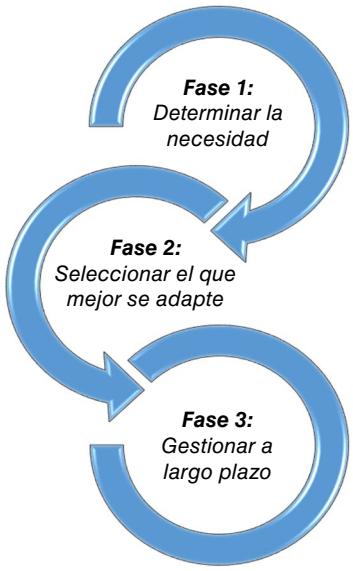
Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. ASPECTOS GENERALES A CONSIDERAR

- El exoesqueleto no va a eliminar el factor de riesgo generado o presente en la tarea.
- El exoesqueleto, por tanto, no sustituye a las otras (o demás) medidas preventivas que requiera el puesto de trabajo.
- El exoesqueleto está diseñado para un uso determinado, no es válido para las múltiples tareas que generalmente se desarrollan en los puestos ni para todas las situaciones, y se deberá estudiar cada tarea de forma independiente.
- El exoesqueleto de uso laboral no debería ser empleado por personas con alguna limitación física, solo se empleará por personas sanas (no se debe confundir con el uso de exoesqueletos para fines "médicos") debido a los aún escasos estudios sobre las consecuencias de su utilización.
- El uso del exoesqueleto debería ser voluntario.
- Se debe seguir el "principio de precaución" en su empleo debido a lo novedoso de los exoesqueletos y al estado incipiente de los estudios a largo plazo.

2. PROCESO DE SELECCIÓN E IMPLANTACIÓN

El proceso de selección e implantación del exoesqueleto en un puesto de trabajo debe estar planificado. A continuación se expone un posible proceso para la selección del exoesqueleto desarrollado en tres fases. En la figura 1, se pueden observar las mismas y los aspectos básicos de cada una de ellas. Posteriormente se va a describir de una manera más detallada cada una.



- Analizar la tarea y posibilidades "clásicas": medidas técnicas y organizativas. Protección colectiva e individual.
- Identificar y determinar de forma específica la necesidad del exoesqueleto

- Establecer los criterios técnicos del exoesqueleto.
- Seleccionar varios en el mercado.
- Realizar pruebas con los exoesqueletos seleccionados.
- Incorporar el exoesqueleto en una situación real de trabajo.

- Al cabo de un periodo prudencial, se debe observar si, en el puesto y para la tarea evaluada, los trabajadores continúan utilizando el exoesqueleto, de qué manera se utiliza y posibles quejas o rechazos. A partir de ese momento entra a formar parte como un equipo más del puesto de trabajo.

Figura 1. Propuesta de fases para la selección e implantación de los exoesqueletos.

Primera fase: Determinar la necesidad de utilizar un exoesqueleto

El objetivo de esta primera fase es responder a la pregunta: ¿Es necesario el exoesqueleto?

Antes de decidir la adquisición de un exoesqueleto se debe conocer la necesidad real del mismo ya que no siempre es la mejor solución a un determinado problema.

Los exoesqueletos son el resultado de una tecnología que puede tener grandes ventajas, pero hoy en día sus repercusiones a largo plazo aún son poco conocidas. Por tanto, hay que ser muy cauteloso con la decisión para su empleo (y, en consecuencia, para su adquisición). Puesto que existen otro tipo de recursos que pueden ayudar a controlar o eliminar los riesgos, se debe considerar si es necesario recurrir al uso de los exoesqueletos, es decir, hay que plantearse las siguientes preguntas:

1. ¿Se puede eliminar el riesgo o la exposición?
2. Si no ha sido posible, ¿se ha evaluado el riesgo y se ha observado la posibilidad de adoptar otro tipo de medida preventiva?
3. ¿Se puede controlar el riesgo en el origen con las medidas preventivas conocidas?
4. ¿Se pueden adaptar las tareas a las personas que las van a desempeñar?
5. ¿Se pueden adoptar medidas técnicas u organizativas conocidas que disminuyan los riesgos a niveles tolerables?
6. ¿Se puede remplazar algún proceso peligroso por otro menos peligroso?

En el caso de que la respuesta a alguna de estas preguntas sea positiva, es posible que el uso del exoesqueleto no sea la medida preventiva más adecuada. Siempre hay que procurar controlar el riesgo siguiendo los principios de la acción preventiva: evitando o eliminando el riesgo, anteponiendo soluciones colectivas y, si no es posible, con el uso de equipos de protección individual (EPI). Pero, si las respuestas a todas estas preguntas resultan ser negativas, el riesgo no estará suficientemente controlado y será entonces cuando podrá plantearse la opción del empleo de exoesqueletos.

A partir de ahí, el primer paso es conocer las características que se le deben exigir al exoesqueleto. Para ello hay que considerar:

- **La tarea específica en la que no se ha podido controlar los riesgos, y sus características**. Se debe disponer de una descripción clara de la misma. Conocer el problema ergonómico específico de manera que estén definidas las características que posteriormente se le exigirán al exoesqueleto. Por ejemplo: supongamos un puesto de montador. Hay una tarea en la que no se han podido controlar algunos riesgos de otra manera: la tarea de atornillado. En este caso será imprescindible la descripción de la tarea: elevación de brazos y sujeción de herramientas que pesan 2 Kg durante 3 minutos por cada acción. Esta tarea se repite durante 2 horas seguidas con un descanso de 10 minutos a la hora. La tarea también implica la adopción de una postura con extensión del cuello. En este momento se debe considerar también el entorno de trabajo, tanto las características ambientales (humedad, temperatura, etc.) como la organización del trabajo (trabajo en equipo o individual, pausas, ritmo, etc.). Hay que ser conscientes de la capacidad real para modificar este entorno de trabajo en caso necesario. La herramienta principal es la evaluación de riesgos, en concreto la evaluación de la carga física de la tarea. Un buen diagnóstico del problema será clave para determinar las características que se le deberán exigir al exoesqueleto.
- **Los criterios en la selección del exoesqueleto**. Como se ha podido ver en la NTP 1162, hay muchos tipos de exoesqueletos que permiten múltiples tareas: activo/pasivo; tren superior/inferior/cuerpo entero. El objetivo de la tarea a realizar, determinará las características del exoesqueleto. Continuando con el ejemplo anterior, elevación y soporte del brazo que permita el movimiento de atornillado y apoyo de la cabeza para permitir disminuir la tensión en la zona cervical, resistente a altas temperaturas,...

Se recuerda que el exoesqueleto no aportará soluciones universales, puede ser una solución específica a un problema planteado, pero no se podrá considerar su uso extensible a otros puestos o tareas sin su previo análisis. En el caso anterior, sólo será útil para la tarea de atornillado que implica esa postura y esos movimientos descritos, para el resto de las tareas desarrolladas en el puesto no será necesariamente válido.

Segunda fase: Seleccionar el exoesqueleto que mejor se adapte

El objetivo de esta fase es contestar a la pregunta: ¿Se adapta el exoesqueleto a los usuarios?

Hasta este momento se ha determinado claramente la necesidad de emplear el exoesqueleto en una tarea concreta, se ha identificado exactamente el tipo de ayuda que debe aportar el exoesqueleto y se ha analizado la tarea crítica. Entonces comienza la segunda fase con la creación de un grupo de trabajo, si es que no se ha creado en la fase anterior, y con la selección entre los exoesqueletos existentes en el mercado.

Seleccionar varios exoesqueletos del mercado

La selección del exoesqueleto empieza con la búsqueda en el mercado de aquellos que aporten soluciones a la situación crítica: descanso de brazos en tareas con elevación del brazo por encima del hombro, en el caso del ejemplo, pero también puede ser manipulación de cargas o aumento de fuerza en los dedos de la mano, entre otros.

Es posible encontrarse con distintas situaciones en el mercado:

- Muchos modelos que dan respuesta a la necesidad. El grupo de trabajo, con sus conocimientos, seleccionará varios exoesqueletos de los existentes para proceder a su análisis.
- Sólo unos pocos modelos dan respuesta adecuada a la necesidad específica. En este caso el estudio debería realizarse con todos los modelos encontrados.
- No se encuentra respuesta a la necesidad específica. En este caso habrá que valorar la viabilidad de diseñar un exoesqueleto a medida, pero aumentará tanto el tiempo como el coste del proceso. Otra opción es seleccionar un exoesqueleto que resuelva parcialmente la necesidad, pero en este caso hay que extremar la atención en todo el proceso de evaluación, especialmente en la etapa de prueba en el puesto de trabajo.

Es deseable seleccionar exoesqueletos de distintas marcas y modelos (por ejemplo tres). Lo primero que el grupo de trabajo verificará es si esos exoesqueletos disponen de las características necesarias y cumplen con el objetivo previamente descrito. Hay que tener en cuenta que un exoesqueleto está diseñado para facilitar un movimiento o una postura determinada, pero puede limitar otros movimientos y posturas que pueden generar otro tipo de riesgos. Conocer las características y las limitaciones de cada modelo será una tarea importante. Si el exoesqueleto no cumple los criterios requeridos, quedará descartado.

Se valorarán algunos criterios para evaluar la interacción persona-exoesqueleto de manera que en cada etapa de esta fase (bien en el laboratorio o en campo) se determine el grado de cumplimiento de los siguientes criterios:

- *Adaptabilidad*: Se valorará el grado en el que se adapta y permite la realización de la tarea: la libertad de movimientos, el tiempo de utilización, el grado en el que se permite realizar otras tareas auxiliares, etc. Si se prevé que pueda ser utilizado por personas de distinto sexo, o con características antropométricas distintas, el exoesqueleto se deberá adaptar a ellas.
- *Utilidad*: Se valorará el grado en el que cumple con lo esperado. Por ejemplo: el grado de reducción del esfuerzo físico en su empleo.
- *Usabilidad*: Se dará cuenta de la facilidad en su empleo, colocación y ajuste, etc.
- *Impacto:* Proporciona el grado de integración del exoesqueleto en la empresa, los efectos sobre la organización y, por supuesto, sobre la persona.
- *Seguridad y salud:* Se evaluarán los riesgos laborales que el nuevo equipo pueda producir. Algunos de los aspectos a los que habrá que prestar atención son:
  - El grado de incomodidad, molestias e incluso la posibilidad de producir irritación de la piel.
  - El incremento en la carga mental.
  - El aumento del ritmo cardiaco por el uso del exoesqueleto.
  - Las compresiones musculares y esfuerzos biomecánicos producidos en diferentes partes del organismo.
  - La disminución de la masa muscular en las zonas protegidas.
  - Los desequilibrios y limitaciones en los movimientos del trabajador o trabajadora.
  - El riesgos de choques y colisiones debidos a la limitación en los movimientos y al incremento en el espacio ocupado por el trabajador o trajadora.
  - La dificultad en caso de evacuación.

En todos los casos la *aceptabilidad* por parte de quien los vaya a emplear puede ser clave, pues si un exoesqueleto cumple todas las características necesarias pero no es aceptado por parte de los usuarios, la implantación de este en la empresa no será eficaz. El caso extremo es que puede resultar un elemento utilizado para estigmatizar al usuario. Por este motivo es necesario que en los grupos de trabajo estén representadas las personas que trabajan directamente en la tarea en la que se prevé implantar el exoesqueleto. Técnicas relacionadas con la ergonomía participativa pueden resultar muy útiles (para conocer más sobre ellas se puede consultar la NTP 1137: Ergonomía participativa: un enfoque diferente en la gestión del riesgo ergonómico).

Evaluación en el laboratorio

Se deben estudiar las ventajas y los problemas que pueden producir los modelos seleccionados para poder determinar si resulta interesante el empleo de los exoesqueletos o si, por el contrario, producen más riesgos que beneficios. Será necesario contar con la opinión de personas voluntarias en relación con la usabilidad, confort y desempeño, pues parte de la eficacia de la medida está vinculada a la aceptación de estos equipos por parte del trabajador. Hay que considerar que un roce o una compresión en una zona concreta pueden provocar su rechazo. Lo ideal es realizar simulaciones y acompañar estos estudios "subjetivos", con otros. Sería recomendable, por ejemplo, combinar distintas técnicas como la escala subjetiva de Borg para determinar el esfuerzo percibido, o el cuestionario nórdico para determinar si aparece dolor en las personas que lo emplean, con otras técnicas objetivas como, por ejemplo, la electromiografía. Todo ello deberá ser reproducible para así poder comparar los distintos exoesqueletos seleccionados. En ocasiones esta evaluación en el laboratorio puede estar realizada parcialmente por los propios fabricantes, pero habrá que asegurarse de la adecuación de las mismas a las necesidades específicas. En otras ocasiones podrá ser necesario recurrir a laboratorios especializados.

Prueba piloto en campo

Hasta este momento los exoesqueletos se han probado en un entorno controlado que permite seleccionar los que mejor se adaptan. Es el momento de hacer la comprobación en una situación real con los equipos previamente seleccionados. En esta fase se valora cómo se comporta el exoesqueleto, y su adaptación a los distintos usuarios. Para ello se debe analizar la actividad con y sin el exoesqueleto para poder comparar. Se puede emplear alguna de las técnicas y herramientas indicadas en el paso anterior, este análisis debe considerar también la conexión persona-exoesqueleto. Finalmente se puede determinar la duración de las tareas con exoesqueleto y las pausas y descansos necesarios. Los voluntarios deben tener experiencia en el puesto de trabajo y no padecer ningún problema previo.

En campo, hay que considerar las características del puesto, no sólo en la tarea concreta en la que se pretende implantar el exoesqueleto, sino también aspectos como la organización del resto de las tareas, los espacios físicos disponibles, las condiciones ambientales, etc. En este momento pueden aparecer distintas situaciones de cara a su implantación, por ejemplo:

- En ocasiones puede ser necesario hacer ajustes de tareas, organización o incluso distribución física en el entorno del puesto de trabajo.
- En otras ocasiones, la implantación resulta inviable bien económica o bien técnicamente.
- Por último, puede ser que con cambios menores o incluso sin ellos la implantación del exoesqueleto sea viable.

Se recomienda una incorporación del exoesqueleto de forma progresiva. A modo de ejemplo, no se debe comenzar empleando el exoesqueleto durante todo el tiempo que dura la tarea, se puede empezar con 30 minutos e ir subiendo 30 minutos diariamente hasta alcanzar el tiempo total de duración de la tarea o de uso del exoesqueleto.

Esta forma de implantación tiene como objeto la aclimatación de la persona al nuevo equipo, ya que se requiere un tiempo para aprender y familiarizarse con él. Cada día que pasa el uso de este equipo nuevo se convierte en algo habitual y al cabo de un tiempo la percepción de las personas será más realista. Es aconsejable mantener su uso un periodo de tiempo suficiente antes de llegar a alguna conclusión, por ejemplo, unas semanas de uso del exoesqueleto hasta que los usuarios se hayan familiarizado con él. En el momento en el que se considere que las personas han tenido tiempo para adaptarse al exoesqueleto será cuando se valore la percepción subjetiva del empleo del exoesqueleto y por tanto su aceptabilidad.

Implantación al resto de personas que desempeñen la tarea

La situación más favorable para la implantación al resto de la plantilla susceptible del empleo del exoesqueleto se produce cuando los voluntarios lo quieren seguir llevando y el resto de la plantilla que realiza las mismas tareas o tareas similares quiere utilizarlo también.

Para la implantación del uso del exoesqueleto al resto del personal que lo requiera: se tendrá en cuenta que este estudio se ha realizado para una tarea concreta; el uso debería ser voluntario y, si el trabajador o trabajadora decide que ya no quiere seguir empleando el exoesqueleto, debería poder abandonar y volver a la situación anterior; sólo se debería utilizar por personas sanas y debidamente entrenadas (tanto en la tarea como en el uso del exoesqueleto).

Es el momento de realizar la evaluación de riesgos del puesto con la incorporación del exoesqueleto como un elemento más en la gestión preventiva.

Tercera fase: Gestionar a largo plazo

El objetivo de esta fase es dar respuesta a la pregunta: Al cabo de un tiempo… ¿ha mejorado la seguridad y salud con el uso de exoesqueletos?

En esta fase, se debe evaluar la adecuación en el uso de exoesqueletos en el puesto y analizar y comparar con la situación anterior las repercusiones tanto positivas como negativas a largo plazo, por ejemplo, sobre:

- La salud de los trabajadores: las quejas y molestias, datos de la vigilancia de la salud, satisfacción de las personas usuarias.
- Las repercusiones en las horas perdidas: los accidentes de trabajo, absentismo, etc.
- La actividad de la empresa: cambios técnicos, humanos o de organización.

En todas las fases son importantes las actividades de formación e información, pero en esta última son imprescindibles. Toda nueva incorporación en la plantilla va a requerir formación y tiempo para habituarse al uso de los exoesqueletos, al igual que ocurrió con los voluntarios en fases anteriores.

3. CONCLUSIONES

El uso de exoesqueletos en el ámbito laboral puede ser una opción muy interesante en aquellos casos en los que no se haya podido emplear otro tipo de medidas preventivas para eliminar o controlar un determinado riesgo. Ciertamente los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral continúan siendo una de las principales causas de baja laboral y los exoesqueletos podrían contribuir a su disminución. El éxito en la implantación está sujeto a una adecuada selección del equipo y va a depender de cómo se gestione y se introduzca en la empresa y en especial en el puesto de trabajo.

Elementos imprescindibles en todas las fases son:

- Una adecuada información a los participantes en la medida en que la fase del proceso de implantación del exoesqueleto lo requiera. Transmitir transparencia y claridad mejora y facilita el proceso y, por tanto, el resultado final.
- Como todo equipo nuevo, requiere formación, entrenamiento y tiempo de adaptación. Los tres aspectos serán diferentes en la medida en que se esté en una u otra fase. En todos los casos hay que dar un margen de familiarización que requiera la fase del estudio, y, cuando se incorpore una nueva persona al puesto de trabajo, también hay que darle un tiempo de adaptación con las debidas formaciones e instrucciones para su uso.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Discussion paper: The Impact of Using Exoskeletons on Occupational Safety and Health. EU-OSHA, 2019. [Consulta: 2 de agosto de 2020]. Disponible en: https://osha.europa.eu/en/publications/impact-using-exoskeletons-occupational-safety-and-health

Álvarez Bayona, Teresa y col. *Ergonomía participativa. Un enfoque diferente en la gestión del riesgo ergonómico*. Madrid: INSST, 2020. Notas Técnicas de Prevención: NTP 1137. [Consulta: 2 de agosto de 2020]. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/706209/NTP+1137+Ergonom%C3%ADa+participativa+un+en-foque+diferente+en+la+gestión+del+riesgo+ergonómico+-+A%C3%B1o+2020.pdf/66dd329f-e4d1-4b0c-b6fa-3850a78b9e26

Christian, Dahmen et al. Approach of Optimized Planning Process for Exoskeleton Centered Workplace Design. *Procedia CIRP* [en línea]. 2018, vol 72; 1277–1282. [consulta. 2 de agosto de 2020]. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118303445

Goldenhar, Linda et al. The Intervention Research Process in Occupational Safety and Health: An Overview From the National Occupational Research Agenda Intervention Effectiveness Research Team. *Journal of Occupational and Environmental Medicine [en línea]*. Agosto 2001, vol 43 (7); 616-622. [consulta. 2 de agosto de 2020]. Disponible en: https://www.

researchgate.net/publication/11878606_The_Intervention_Research_Process_in_Occupational_Safety_and_Health_An_Overview_From_the_National_Occupational_Research_Agenda_Intervention_Effectiveness_Research_Team

Institut National de Recherche et de Sécurité. Acquisition et integration d'un exosquelette en entreprise: Guide pour les pré-venteurs. París, INRS, 2019. [Consulta: 2 de agosto de 2020]. Disponible en: http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206315

Institut National de Recherche et de Sécurité. Exosquelettes au travail: impact sur la santé et la sécurité des opérateurs – état des connaissances. París, INRS, 2018. [Consulta: 2 de agosto de 2020]. Disponible en: http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206311

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL · insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.164

Vibraciones: Aplicación práctica del método de puntos de exposición a puestos de trabajo variables

Vibrations: Practical application of the exposure points system to variable job positions
Vibrations: Application pratique de la méthode de points d'exposition à des postes de travail variables

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Rafael Sánchez-Guardamino Elorriaga

Melissa Martínez Gil

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSST.

En el momento de evaluar el riesgo de exposición a vibraciones mecánicas mediante el cálculo del A(8), en ocasiones, los técnicos de prevención se encuentran con la dificultad de encontrar una jornada tipo que represente la exposición real del trabajador. En particular en puestos de trabajos variables, en los que las tareas, las máquinas utilizadas y las duraciones de las exposiciones varían de una jornada a otra, sin seguir un patrón fijo, resultando prácticamente imposible determinar los tiempos de exposición de los trabajadores. Esta Nota Técnica, que se limita a las vibraciones mano-brazo, propone una respuesta a esta problemática aplicando el método de puntos de exposición a un puesto de trabajo variable: puesto de mantenimiento.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

En primer lugar, es conveniente tener presentes las nociones básicas de la evaluación de riesgos de la exposición de los trabajadores a las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo. A continuación, se comentan someramente cuatro aspectos importantes, que son tratados con mayor profundidad en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas, elaborada por el INSST, y en la Guía no vinculante sobre buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2002/44/CE (vibraciones en el trabajo):

- Los valores de referencia establecidos del Real Decreto 1311/2005.
- La evaluación del riesgo mediante el cálculo de la aceleración eficaz equivalente diaria referida a un período de 8 horas, A(8).
- La evaluación del riesgo mediante el método de puntos de exposición.
- La ampliación del período de referencia a 40 horas semanales.

Valores de referencia del Real Decreto 1311/2005

Los valores de referencia para la vibración transmitida al sistema mano-brazo, establecidos en el artículo 3 del Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, son:

- Valor de exposición que da lugar a una acción, o nivel de acción: 2,5 m/s^2
- Valor límite de exposición diaria: 5 m/s^2

Ambos valores están referidos a un período de 8 horas. El valor límite de exposición es aquel que no debe superarse en ningún caso. Si ello ocurriese, a pesar de que el empresario hubiese adoptado las medidas necesarias para minimizar la exposición a vibraciones, se deberían tomar medidas inmediatas para reducir la exposición a niveles por debajo de dicho valor límite. Así mismo, se deberían determinar las causas por las que se ha superado el valor límite de exposición y modificar consecuentemente las medidas preventivas y de protección para evitar que se vuelva a sobrepasar.

Evaluación del riesgo mediante el cálculo de A(8)

El valor de A(8) se determina en función de dos variables:

- **La aceleración eficaz de la vibración** (a_{hv}), que representa la intensidad de la exposición.
- **El tiempo de exposición del trabajador,** T_{exp}, que representa la duración de la exposición.

La ecuación (1) relaciona el A(8) con estas dos variables:

$$A(8) = a_{hv}\sqrt{\frac{T_{exp}}{8\ \mathrm{h}}} \qquad \textit{Ecuación (1)}$$

La expresión de la ecuación (1) es la que corresponde a la exposición a una única fuente que transmite una vibración de intensidad, a_{hv} durante un tiempo, T_{exp}. Sin embargo, habitualmente, el trabajador no está expuesto a un único nivel de vibraciones durante su jornada laboral, sino que usa distintas máquinas que le transmiten diferentes aceleraciones eficaces, a_{hvi}, durante sus correspondientes tiempos de utilización, $T_{exp,i}$. El valor de

A(8) resultante de la exposición a "n" fuentes se calcula según la ecuación (2):

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8}\sum_{i=1}^{n} a_{hv,i}^2 \times T_{exp,i}} \qquad \textbf{Ecuación (2)}$$

que también se expresa según la ecuación (3), donde $A_i(8)$ es la contribución de la fuente i al A (8) total, que se calcula como la suma cuadrática de los "n" $A_i(8)$.

$$A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} A_i^2(8)} \qquad \textbf{Ecuación (3)}$$

Este valor de A(8) es el que, precisamente, se compara con los valores de referencia citados. Se pueden dar estas 3 situaciones, que se representan en la figura 1:

- Que el valor A(8) sea menor que el valor que da lugar a una acción (N. Acción), en cuyo caso la situación es aceptable;
- que esté entre 2,5 y 5 m/s², y, por tanto, resultaría situación de riesgo; o bien
- que el A(8) supere el valor límite (V. Límite), 5 m/s²; la situación sería intolerable.

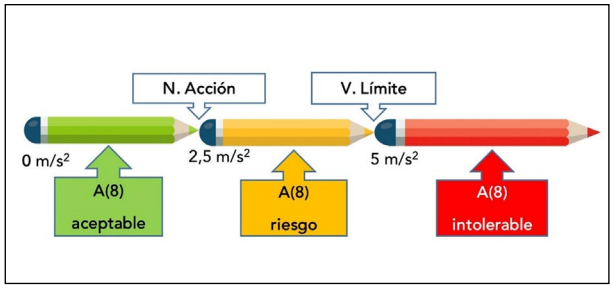


Figura 1. Evaluación del riesgo como resultado de la comparación del A (8) con los valores de referencia del apartado 1.1

Dependiendo de la situación en que se encuentre nuestro A(8), el empresario adoptará unas medidas u otras.

Evaluación del riesgo mediante el método de puntos de exposición

El método de puntos de exposición consiste en expresar la exposición a vibraciones como la razón del A(8) respecto al nivel de acción y, por tanto, se trata de la relación de cuantas veces el A(8) es el nivel de acción, de forma que, para una aceleración eficaz dada, $a_{hv,eq}$, los puntos de exposición son función lineal del tiempo, transformando la función parabólica del A(8), $A(8) = f(\sqrt{T})$, en una recta, $P_E = f(T)$.

Los puntos de exposición se calculan conforme a la ecuación (4):

$$P_E = \left(\frac{a_{hv,eq}}{2{,}5\ \mathrm{m/s^2}}\right)^2 \frac{T_{exp}}{8\ h}\ 100 \qquad \textbf{Ecuación (4)}$$

donde $a_{hv,eq}^2 \frac{T_{exp}}{8\,h} = A^2(8)$; y 2,5 m/s² es el nivel de acción, NA. Por tanto, la ecuación (4) puede expresarse como la ecuación (4').

$$P_E = \left(\frac{A(8)}{NA}\right)^2 100 \qquad \textbf{Ecuación (4')}$$

Para varias fuentes, los puntos de exposición totales son la suma aritmética de los puntos de exposición de cada una de las fuentes, tal como se muestra en la ecuación (5)

$$P_E = \sum_{i=1}^{n} P_{Ei} \qquad \textbf{Ecuación (5)}$$

Conforme a la ecuación (4') se obtiene la equivalencia de los puntos de exposición para cuando A(8) se iguala a los valores de referencia establecidos en el Real Decreto 1311/2005 tal como se recoge en la tabla 1.

Descripción del valor de referencia	A (8)	Puntos de Exposición (P_E)
Valor que da lugar a una acción (NA)	2,5 m/s²	100 puntos
Valor límite de exposición	5 m/s²	400 puntos

Tabla 1. Equivalencia de valores de referencia entre A(8) y P_E

Análogamente, si los puntos de exposición son menos que 100, la situación es aceptable; si está entre 100 y 400, la situación es de riesgo; y, si se supera el nivel de 400 puntos de exposición, que equivale a un A(8) mayor que 5 m/s², la situación es intolerable (de color rojo) (figura 2).

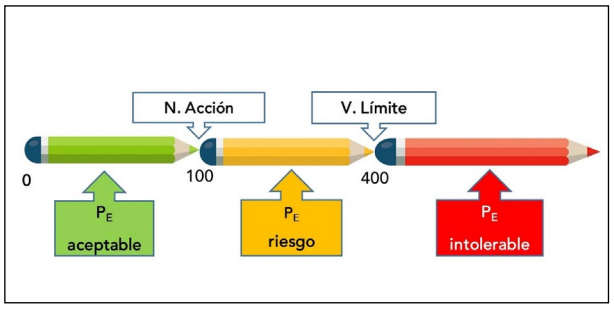


Figura 2. Evaluación del riesgo como resultado de la comparación de los P_E con los valores de referencia de la tabla 1.

La ecuación (3) para el cálculo de los puntos de exposición se puede tabular tal como muestra la tabla 2.

Se observa que en las filas aparecen las aceleraciones eficaces y en las columnas, los tiempos de exposición. Para cada par de valores (aceleración eficaz y tiempo de exposición) se obtienen los puntos que se indican en cada celda.

La parte superior derecha, sombreada en rojo, corresponde a una situación intolerable; la zona intermedia, sombreada en amarillo, corresponde a una situación de riesgo, entre 100 y 400, y la zona en verde representa una situación aceptable, por debajo de 100 puntos.

aceleración eficaz, a_{hv}	5 m	15 m	30 m	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	8 hr	10 hr
20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
19,5	63	190	380	761	1521	2282	3042	3803	4563	6084	7605
19	60	181	361	722	1444	2166	2888	3610	4332	5776	7220
18,5	57	171	342	685	1369	2054	2738	3423	4107	5476	6845
18	54	162	324	648	1296	1944	2592	3240	3888	5184	6480
17,5	51	153	306	613	1225	1838	2450	3063	3675	4900	6125
17	48	145	289	578	1156	1734	2312	2890	3468	4624	5780
16,5	45	136	272	545	1089	1634	2178	2723	3267	4356	5445
16	43	128	256	512	1024	1536	2048	2560	3072	4096	5120
15,5	40	120	240	481	961	1442	1922	2403	2883	3844	4805
15	38	113	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
14,5	35	105	210	421	841	1262	1682	2103	2523	3364	4205
14	33	98	196	392	784	1176	1568	1960	2352	3136	3920
13,5	30	91	182	365	729	1094	1458	1823	2187	2916	3645
13	28	85	169	338	676	1014	1352	1690	2028	2704	3380
12,5	26	78	156	313	625	938	1250	1563	1875	2500	3125
12	24	72	144	288	576	864	1152	1440	1728	2304	2880
11,5	22	66	132	265	529	794	1058	1323	1587	2116	2645
11	20	61	121	242	484	726	968	1210	1452	1936	2420
10,5	18	55	110	221	441	662	882	1103	1323	1764	2205
10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
9,5	15	45	90	181	361	542	722	903	1083	1444	1805
9	14	41	81	162	324	486	648	810	972	1296	1620
8,5	12	36	72	145	289	434	578	723	867	1156	1445
8	11	32	64	128	256	384	512	640	768	1024	1280
7,5	9	28	56	113	225	338	450	563	675	900	1125
7	8	25	49	98	196	294	392	490	588	784	980
6,5	7	21	42	85	169	254	338	423	507	676	845
6	6	18	36	72	144	216	288	360	432	576	720
5,5	5	15	30	61	121	182	242	303	363	484	605
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500
4,5	3	10	20	41	81	122	162	203	243	324	405
4	3	8	16	32	64	96	128	160	192	256	320
3,5	2	6	12	25	49	74	98	123	147	196	245
3	2	5	9	18	36	54	72	90	108	144	180
2,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125

Tiempo de exposición, T_{exp}

Tabla 2. Tabla de puntos de exposición (Guía europea no vinculante sobre buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2002/44/CE de vibraciones en el trabajo).

Ampliación del período de referencia a 40 horas semanales

El Real Decreto 1311/2005 prevé la posibilidad de ampliar el período de referencia a 40 horas semanales, en lugar de 8 horas diarias, cuando se den las siguientes circunstancias:

- Que en alguna de las jornadas de la semana se supere el valor límite de exposición, es decir, 5 m/s² para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.
- Que en la mayoría del resto de jornadas de la semana el valor equivalente diario de vibración sea inferior al valor de exposición que da lugar a una acción, es decir, 2,5 m/s² para la vibración mano-brazo, de forma que asegure que el valor equivalente semanal promediado por día, llamada también A(8) típica, no excede el valor límite.

Si no concurriera la primera circunstancia, no sería necesario ampliar el período de referencia, ya que en ninguna jornada de la semana se superaría el valor límite de exposición. Solo en el caso de que en alguna jornada se superase el valor límite, se necesitaría ampliar el período de referencia a una semana.

Sin embargo, solo podrá recurrirse a este método si concurre la segunda circunstancia. Y ello se puede conseguir si para el resto de días de la semana los valores de A(8) son lo suficientemente bajos como para compensar el elevado valor de A(8) del día en el que se excede el valor límite.

De acuerdo con lo anterior, se calcula el valor equivalente promedio semanal, $A_{típica}$ (8), mediante la ecuación (6):

$$A_{típica}(8) = \sqrt{\frac{1}{5}\sum_{d=1}^{5} A_d^2\,(8)} \qquad \textbf{\textit{Ecuación}}\ \textbf{(6)}$$

donde:

A_d(8) es el valor equivalente diario de vibración del día d; y

$A_{típica}$(8) es el valor equivalente semanal promediado por día.

En algunos puestos de trabajo, el tiempo de utilización de máquinas portátiles o guiadas a mano cambia significativamente de un día a otro, como ocurre, por ejemplo, en puestos de mantenimiento, en el sector de la Construcción, o en industrias de calderería con puestos no especializados, en los que es difícil emplear la observación de un solo día de trabajo para obtener un tiempo diario típico que represente la exposición real del trabajador. En estos casos, suele ser interesante ampliar el período de observación a una semana, siempre que se pueda definir

un tiempo semanal típico de exposición o incluso varias semanas tipo, con sus respectivos tiempos típicos. El Real Decreto 1311/2005 no permite ampliaciones del tiempo de referencia superiores a una semana.

También puede ser de utilidad este método para máquinas portátiles o guiadas a mano que transmitan una magnitud de vibración tan elevada que, en unos pocos minutos de utilización de la misma, el valor equivalente diario de vibración exceda el valor límite, como ocurre con remachadoras, que pueden transmitir aceleraciones superiores a 40 m/s², lijadoras o sierras sable, con aceleraciones alrededor de 20 m/s².

Por el método de puntos de exposición, se pueden calcular los puntos típicos de exposición para un período de referencia semanal, 40 horas, utilizando la ecuación (7), que es precisamente el promedio de los puntos de exposición diarios.

$$P_{Etípica} = \frac{1}{5} \times \sum_{d=1}^{5} P_{Ed} \qquad \textbf{\textit{Ecuación}} \ (7)$$

Se puede demostrar fácilmente que la ecuación (7) se obtiene de sustituir el A(8) de la ecuación (4') en la ecuación (6).

2. MÉTODO DE PUNTOS DE EXPOSICIÓN. CASO PRÁCTICO

A fin de ilustrar la aplicación del método de puntos de exposición a un puesto de trabajo variable, esta NTP desarrolla un caso práctico utilizando un puesto de mantenimiento por las características propias del puesto.

La diversidad de tareas realizadas y de equipos de trabajo utilizados, incluyendo herramientas portátiles o guiadas a mano, la imprevisibilidad y la urgencia de las intervenciones de mantenimiento correctivo, etc. implican una dificultad, a menudo insalvable, a la hora de determinar una jornada tipo que permita estimar unos tiempos de exposición que sean representativos de la exposición real del trabajador a vibraciones mecánicas.

Como ya se ha visto, para calcular el A(8) total, la exposición equivalente diaria a vibraciones, es necesario conocer o estimar la duración de la exposición diaria para cada fuente de vibraciones o, mejor dicho, para cada intensidad de vibración a la que está expuesto el trabajador. Una misma herramienta puede transmitir distintas intensidades según el uso que se le esté dando. Un taladro usado para agujerear madera transmite una vibración distinta a la que se produce si se utiliza para taladrar hormigón. Además, el tiempo de utilización de cada una de las máquinas y equipos utilizados varía de un día a otro y, por tanto, también el tiempo de exposición efectivo a vibraciones.

Caso práctico 1. Control de la exposición diaria utilizando el método de puntos de exposición

Un trabajador de mantenimiento dispone de varias máquinas portátiles que transmiten vibraciones al sistema mano-brazo, cuyas condiciones de uso adapta al tipo de tarea que vaya a realizar.

Una de sus máquinas, el taladro A, tiene dos usos diferentes: a) para taladrar hierro con broca de 6mm y b) para taladrar hormigón con percutor y broca de 6mm. Al hacer las mediciones, se obtienen resultados muy diferentes, 3,0 y 14,5 m/s², respectivamente, como se indica en la tabla 3. Esta diferencia es coherente con la mayor dureza del hormigón y el efecto del modo de empleo con percutor.

Además, dispone de otro taladro para madera, una sierra caladora, una amoladora y una sierra sable, que utiliza muy ocasionalmente para marcos de ventanas. El técnico de prevención ha realizado mediciones de las aceleraciones eficaces de cada una de las máquinas y para cada uso de las mismas, cuyos resultados se muestran en la tabla 3.

N° tarea	Máquina	Modo de empleo	a_{hv} (m/s²)	$T_{máx}$ -> A(8) < VL
1	Taladro A	Taladrando hierro. Broca 6 mm	3,0	22,2 h
2	Taladro A	Taladrando hormigón con percutor Broca 6 mm	14,5	5,5 h
3	Taladro B	Taladrando madera. Broca 10 mm	6,0	5,5 h
4	Sierra caladora A	Cortando contrachapado sin balanceo	4,0	12,5 h
5	Amoladora A	Desbastando	3,0	22,2 h
6	Amoladora A	Lijando	3,5	16,3 h
7	Sierra sable A	Cortando marcos de ventanas	20,0	0,5 h

Tabla 3. Resultados de aceleraciones eficaces por máquina y uso; en la última columna, tiempo necesario para alcanzar el valor límite de exposición para la correspondiente a_{hv}

Por otra parte, en la última columna de la tabla 3 se indica el tiempo de exposición a los respectivos niveles de aceleración necesario para alcanzar el valor límite 5 m/s², mediante la ecuación (1') que viene de despejar T_{exp} de la ecuación (1) y sustituir el A(8) por el valor límite:

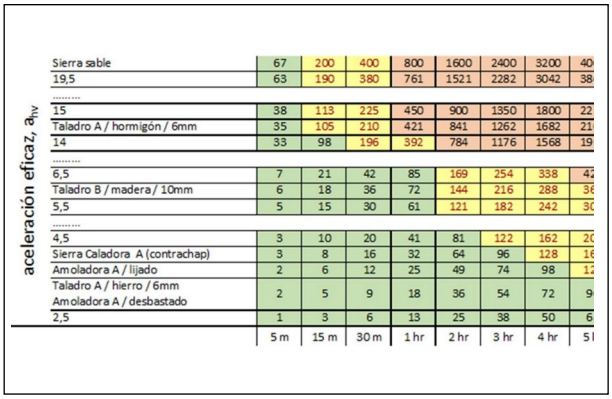
$$T_{exp}\,(A(8) = VL) = \left[\frac{A(8)}{a_{hv}}\right]^2 \times 8\ h = \left[\frac{5\ m/s^2}{a_{hv}}\right]^2 \times 8\ h \qquad \textbf{\textit{Ecuación}}\ (\mathbf{1'})$$

Muchas evaluaciones de riesgo terminan con el cálculo del tiempo necesario para alcanzar el valor límite. Sin embargo, este método no sirve en caso de usar varias máquinas, como ocurre en este caso práctico. Dado que el trabajador indica que hay días que utiliza una sola máquina, otros días no usa ninguna, pero la mayoría de las veces trabaja con varias máquinas cuyos tiempos de utilización varían según necesidad, le resulta prácticamente imposible al Técnico de prevención estimar unos tiempos de exposición por tareas que sean representativos de una jornada tipo, que no existe.

La aplicación del método de puntos de exposición a puestos de trabajo variables, propuesta en esta NTP, puede ser válido para determinadas situaciones en las que el trabajador tiene autonomía para organizar su trabajo diario y alternar tareas con exposición a vibraciones y tareas sin exposición. Dicho método se desarrolla en tres pasos, que se detallan a continuación y que implican al técnico de prevención, encargado y trabajador, respectivamente.

Paso 1– 'Técnico de prevención': Confección de la tabla de puntos de exposición y difusión del método.

El técnico de prevención confecciona su propia tabla a partir de la tabla de puntos de exposición de la guía europea sobre buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2002/44/CE (véase tabla 2) y del trabajo de campo de su evaluación de riesgos a las vibraciones mecánicas (véase tabla 3). De esta forma, sustituye en las filas las aceleraciones de sus tareas por el nombre de la tarea. Por ejemplo: taladro A sobre hormigón con broca 6 mm sustituye a su aceleración 14,5 m/s^2, quedando tal como se indica en la tabla 4.



aceleración eficaz, a_{hv}	5 m	15 m	30 m	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 h
Sierra sable	67	200	400	800	1600	2400	3200	40
19,5	63	190	380	761	1521	2282	3042	38
.....								
15	38	113	225	450	900	1350	1800	22
Taladro A / hormigón / 6mm	35	105	210	421	841	1262	1682	21
14	33	98	196	392	784	1176	1568	19
.....								
6,5	7	21	42	85	169	254	338	42
Taladro B / madera / 10mm	6	18	36	72	144	216	288	36
5,5	5	15	30	61	121	182	242	30
.....								
4,5	3	10	20	41	81	122	162	20
Sierra Caladora A (contrachap)	3	8	16	32	64	96	128	16
Amoladora A / lijado	2	6	12	25	49	74	98	12
Taladro A / hierro / 6mm Amoladora A / desbastado	2	5	9	18	36	54	72	9
2,5	1	3	6	13	25	38	50	6

Tabla 4. Extracto de la tabla de puntos de exposición confeccionada por el técnico de prevención

El técnico de prevención proporciona "su tabla" (véase tabla 4) al trabajador y al encargado, explicando su manejo, de forma que, entrando por la máquina que van a utilizar y modo de uso en la fila procedente, y por el tiempo que la van a utilizar en la columna que proceda, podrán leer los puntos de exposición correspondientes.

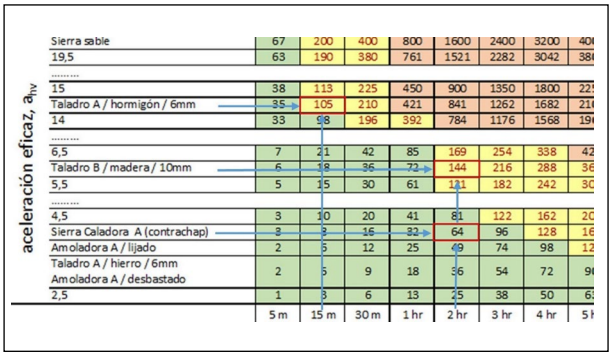
Paso 2 - 'Encargado': Planificación de la jornada del día siguiente y previsión de los puntos de exposición totales.

El encargado hace la planificación para el día siguiente. El trabajador realizará previsiblemente las tareas indicadas en la tabla 5 para las que utilizará tres herramientas que implican exposición a vibraciones mecánicas durante los tiempos previstos que figuran en dicha tabla.

ENCARGADO	PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES PARA LA SIGUIENTE JORNADA	
	TAREA CON EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	$T_{PREVISTO}$ (h)
	Taladro A / hormigón / Broca 6 mm	0,25 (15')
	Sierra calar A/contrachapado	2,0
	Taladro B / madera / Broca 10 mm	2,0

Tabla 5. Tareas planificadas por el encargado para la siguiente jornada

A partir de la tabla confeccionada por el técnico de prevención, el encargado obtiene los puntos de exposición de cada operación entrando por tarea y por tiempo previsto de exposición, tal como se muestra en la tabla 6.



aceleración eficaz, a_{hv}	5 m	15 m	30 m	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 h
Sierra sable	67	200	400	800	1600	2400	3200	40
19,5	63	190	380	761	1521	2282	3042	38
.....								
15	38	113	225	450	900	1350	1800	22
Taladro A / hormigón / 6mm	35	105	210	421	841	1262	1682	21
14	33	98	196	392	784	1176	1568	19
.....								
6,5	7	21	42	85	169	254	338	42
Taladro B / madera / 10mm	6	18	36	72	144	216	288	36
5,5	5	15	30	61	121	182	242	30
.....								
4,5	3	10	20	41	81	122	162	20
Sierra Caladora A (contrachap)	3	8	16	32	64	96	128	16
Amoladora A / lijado	2	6	12	25	49	74	98	12
Taladro A / hierro / 6mm Amoladora A / desbastado	2	5	9	18	36	54	72	9
2,5	1	3	6	13	25	38	50	6

Tabla 6. Lectura de los puntos de exposición previstos por tarea

De esta forma se obtienen los puntos parciales de exposición:

$$P_{\text{E previstos, taladro A, hormigón y 6 mm}} = 105$$
$$P_{\text{E previstos, taladro B, madera y 10 mm}} = 144$$
$$P_{\text{E previstos, sierra de calar y contrachapado}} = 64$$

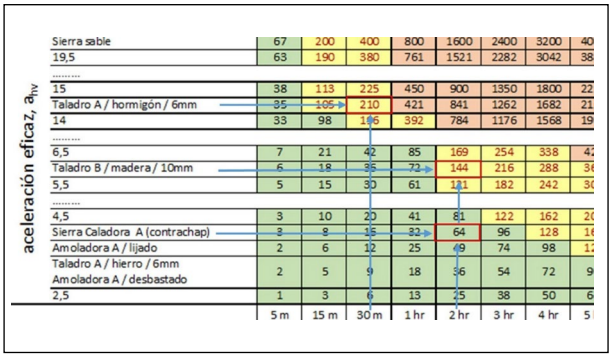
Este método permite, de una forma sencilla, calcular los puntos totales de exposición que resultan de la combinación de las tres tareas. Se trata de una ordinaria suma aritmética de los puntos de exposición correspondientes a cada tarea, conforme a la ecuación (5), $P_{\text{E, Totales previstos}} = 313$.

Dado que $P_{\text{E, Totales}}$ está entre 100 y 400 puntos de exposición, se considera **situación de riesgo**.

Paso 3 - 'Trabajador': Ejecución de la planificación y seguimiento de los puntos reales de exposición.

Al día siguiente, el trabajador realiza las tareas encomendadas, haciendo seguimiento de los puntos de exposición a medida que va ejecutando el trabajo, mediante el control de los tiempos realmente empleados. En la tarea con taladro A sobre hormigón y broca de 6 mm, emplea 30 minutos, en lugar de los 15 minutos previstos. Mientras que en las otras dos tareas tarda las dos horas previstas en cada una de ellas.

Al llevar estos datos a la tabla proporcionada por el Técnico de Prevención, el trabajador puede leer que los puntos de exposición de la primera tarea ya no son los 105 previstos, sino que son 210, al emplear más tiempo del previsto, tal como se muestra en la tabla 7, mientras que en las otras dos tareas tarda el tiempo previsto.



aceleración eficaz, a_{hv}	5 m	15 m	30 m	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 h
Sierra sable	67	200	400	800	1600	2400	3200	40
19,5	63	190	380	761	1521	2282	3042	38
.....								
15	38	113	225	450	900	1350	1800	22
Taladro A / hormigón / 6mm	35	105	210	421	841	1262	1682	21
14	33	98	196	392	784	1176	1568	19
.....								
6,5	7	21	42	85	169	254	338	42
Taladro B / madera / 10mm	6	18	36	72	144	216	288	36
5,5	5	15	30	61	121	182	242	30
.....								
4,5	3	10	20	41	81	122	162	20
Sierra Caladora A (contrachap)	3	8	16	32	64	96	128	16
Amoladora A / lijado	2	6	12	25	49	74	98	12
Taladro A / hierro / 6mm Amoladora A / desbastado	2	5	9	18	36	54	72	9
2,5	1	3	6	13	25	38	50	6

Tabla 7. Seguimiento de los puntos a los que realmente está expuesto el trabajador durante su jornada

Leyendo de la tabla 7, el trabajador obtiene los puntos de exposición indicados en la tabla 8 y, conforme a la ecuación (5), calcula los puntos de exposición totales a los que está expuesto efectivamente esa misma jornada.

TRABAJADOR	SEGUIMIENTO DE OPERACIONES EN LA JORNADA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS		
	TAREA CON EXPOSICIÓN A VIBRACIONES	T_{REAL} (h)	$P_{E,TAREA}$
	Taladro A / hormigón / Broca 6 mm	0,50 (30')	210
	Sierra calar A/contrachapado	2,0	144
	Taladro B / madera / Broca 10 mm	2,0	64
		$\sum P_{Ei}$=	418

Tabla 8. Resultados de puntos de exposición reales en la jornada de ejecución de los trabajos

Dado que $P_{E,Totales}$ = 418, y supera los 400 puntos de exposición, **la situación es intolerable**.

El trabajador, a medida que va avanzando en la ejecución de sus tareas, y teniendo en cuenta los tiempos empleados, puede hacer seguimiento de los puntos de exposición que va sumando. En caso de disponer de autonomía en la organización de las tareas, por ejemplo, si pudiera rotar con un compañero o posponer para el día siguiente una tarea con exposición a vibraciones y sustituirla por otra que no transmita vibración, podría controlar que los puntos totales de exposición diaria no excedieran de 400.

Una solución podría ser que, al darse cuenta de que la tarea 1 - taladro A / hormigón / Br 6mm - le ha llevado el doble de tiempo del previsto, pidiera ayuda a un compañero para realizar la tarea 2 - sierra de calar A / contrachapado -. Si lo hiciesen en la mitad de tiempo, los puntos de exposición de esa tarea se reducirían a 72, con lo que los $P_{E,Totales}$ se reducirían a 346, en cuyo caso la situación dejaría de ser intolerable, pasando a ser situación de riesgo.

Otra alternativa sería acortar la duración de la segunda tarea, 'sierra de calar A cortando contrachapado', por ejemplo, reduciendo el número de cortes en caso de poder optimizar retales o, si fuera posible, dejando pendiente parte de la tarea para un día con baja exposición a vibraciones. De esta forma, si el trabajador lograse realizar la tarea en 15 minutos menos que el tiempo previsto, es decir, una reducción de 1/8 del tiempo, los 144 puntos de exposición se reducirían en la misma proporción y, por tanto, el resultado sería 126 puntos. Los puntos totales de exposición descenderían a 400, pasando a ser situación de riesgo. No obstante, al coincidir con el valor límite de exposición, una pequeña variación en las condiciones podría suponer la superación del valor límite de exposición.

Caso práctico 2. Superación del valor de 400. Ampliación del período de referencia a 40 horas semanales

El encargado del caso práctico 1 trata de planificar para el martes de la semana siguiente la colocación de unas ventanas nuevas, que requerirá la preparación de los marcos. Para ello, el mismo trabajador del caso 1 utilizará la sierra sable A, que utiliza ocasionalmente. Por necesidades productivas, el trabajador debe preparar los marcos ese mismo día, y el encargado prevé que el uso efectivo de la sierra sable le llevará casi hora y media. Atendiendo a la tabla de puntos exposición confeccionada por el técnico de prevención (tabla 4), comprueba que los puntos de exposición correspondientes son 1200 (los puntos intermedios entre 800 y 1600, que corresponde a 1 y 2 horas, respectivamente) y, por tanto, el trabajador va a estar expuesto a una situación intolerable. Ante esta situación, el encargado acude al técnico de prevención, quien propone la posibilidad de ampliar el periodo de referencia a 40 horas, cumpliendo las condiciones que establece el Real Decreto 1311/2005, a estos efectos.

Para cumplir que los puntos típicos de exposición para un período de referencia semanal no excedan del límite de 400, el técnico de prevención define la semana tipo "sierra sable", en la que habrá un día en el que se programará el uso de la sierra sable durante 1,5 horas, y el resto de días de la semana se programarán tareas con baja exposición a vibraciones, de forma que la mayoría de los 4 días restantes no tengan una contribución superior a 100 puntos de exposición al cómputo semanal.

El encargado planifica para la siguiente semana, como semana tipo "sierra sable", las tareas con sus tiempos de exposición previstos:

- Lunes y miércoles no va a utilizar ninguna máquina que transmita vibración mano-brazo.
- El martes utilizará la sierra sable durante 1,5 horas.
- El jueves utilizará el taladro B para taladrar madera con broca de 10mm y la sierra caladora A para cortar contrachapado, y el tiempo previsto es de dos horas por cada tarea.
- El viernes utilizará la amoladora A para desbastado durante 4 horas.

En la tabla 9 se indican los puntos de exposición diarios leídos de la tabla 4. Extracto de la tabla de puntos exposición confeccionada por el técnico de prevención.

DÍA	TAREAS	$T_{PREVISTO}$(h)	$P_{E,TAREA}$	P_{Ed}
Lunes	Tareas sin exposición a vibraciones		0	**0**
Martes	Sierra sable A	1,5	1200	**1200**
Miércoles	Tareas sin exposición a vibraciones		0	**0**
Jueves	Sierra calar A/contrachapado	2,0	144	**208**
	Taladro B / madera / Broca 10 mm	2,0	64	
Viernes	Amoladora A para desbastado	4,0	72	**72**

Tabla 9. Planificación de las tareas

Mediante la ecuación (7) se calculan los puntos típicos de exposición de la semana tipo "sierra sable" y se obtiene:

$$P_{Etípica} = \frac{1}{5} \times \sum_{d=1}^{5} P_{Ed} = \frac{0 + 1200 + 0 + 208 + 72}{5} = \mathbf{296}$$

Dado que $P_{E\ típica}$ es menor que 400, la situación es de riesgo, aunque el martes se vaya a exceder el valor límite de exposición diaria.

Este segundo caso muestra la posibilidad de que se puedan definir varios tipos de semanas. Por ejemplo: en aquellas semanas en las que uno de los días se exceda el valor límite de exposición debido al uso de máquinas con alta vibración, la empresa pueda condicionar la planificación de las tareas del resto de días de la semana, programando tareas de baja vibración. Otro tipo de semana sería aquella en la que todos los días se programan tareas que implican herramientas con una aceleración intermedia, resultando que en ninguna jornada laboral se exceda el valor límite.

3. CONCLUSIONES

El método propuesto en esta NTP, como aplicación del método de puntos de exposición a un puesto de trabajo variable, aparte de solucionar el problema de la dificultad de determinar un tiempo típico de exposición para el cálculo de un A(8) que sea representativo de la exposición real del trabajador, aporta el valor añadido de evaluar el riesgo por exposición a vibraciones mecánicas de una forma continua que recoge las circunstancias *ad-hoc* del día a día. Este procedimiento se basa en utilizar la propia evaluación del riesgo como medida de control que permite garantizar que en ninguna jornada laboral se va a superar el valor límite de exposición diaria. Es decir: este sistema de evaluación-control sustituye el clásico parámetro 'probabilidad' de la evaluación de riesgos por el concepto de 'certeza' de que no se va a superar el valor límite ningún día.

En los casos prácticos planteados en esta NTP se pueden destacar las siguientes ventajas que obtiene cada uno de los intervinientes:

- El técnico de prevención soslaya el problema de determinar un tiempo representativo de la exposición.
- Al encargado le permite planificar las tareas de manera individualizada en función de las destrezas y habilidades del trabajador, a efectos de evitar que esté sobreexpuesto.
- El trabajador tiene la certeza de que en ninguna jornada o, en su caso, en ninguna semana tipo "sierra sable" se va a superar el valor límite y, por tanto, de que su salud y su seguridad están eficazmente protegidas.

Finalmente, esta forma de trabajo promueve la integración de la prevención en la organización al involucrar en el procedimiento tanto a los trabajadores como a la cadena de mando. Además, permite al técnico un mayor conocimiento de los puestos de trabajo e implicación en las condiciones de trabajo reales en la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Directiva 2002/44/CE, de 25 de junio, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones).

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

NTP 1068. Vibraciones: alternativas para evaluar el riesgo de vibraciones. Estimación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2016.

UNE-CEN/TR 15350 IN. Vibraciones mecánicas. Directrices para la evaluación de la exposición a las vibraciones transmitidas por la mano usando la información disponible incluyendo la información proporcionada por los fabricantes de maquinaria.

Guía no vinculante sobre buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2002/44/CE de vibraciones en el trabajo.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.165

Teletrabajo: criterios para su integración en el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo

Teleworking: criteria for its incorporation into the occupational safety and health management system
Télétravail: critères pour son intégration dans le système de management de la santé et de la sécurité au travail

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Pablo Orofino Vega
SERVICIOS CENTRALES. INSST

Isabel Notario González
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

La gestión de la prevención de los riesgos laborales asociados a la modalidad de teletrabajo requiere algunas matizaciones para poder integrarse de forma eficaz en el sistema de prevención de la empresa. La actual regulación normativa de esta forma de organizar el trabajo ha motivado la elaboración de este documento cuyo objetivo principal es facilitar la identificación de los elementos diferenciales del teletrabajo para poder integrar su gestión como una actividad más dentro del sistema preventivo. Así mismo, se hace una revisión de la normativa preventiva que resulta de aplicación a esta actividad así como de las características más relevantes del teletrabajo que puedan afectar a la salud del personal que lo desarrolla. Este documento complementa a las NTP 412, 1.122 y 1.123.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas formas de organización del trabajo que están apareciendo o se están potenciando, en el ámbito laboral, precisan de un análisis continuo de las herramientas clásicas de la prevención de riesgos laborales para poder gestionar de forma adecuada la seguridad y salud del personal involucrado. La importancia de este análisis se ha puesto de manifiesto, entre otros, en el Marco estratégico de la Unión Europea en materia de salud y seguridad en el trabajo 2021-2027, aprobado en junio de 2021, que destaca como líneas prioritarias de actuación la gran transición digital y la evolución de la noción tradicional del entorno de trabajo.

El teletrabajo es un tipo de trabajo a distancia que se incluye dentro del concepto de nuevas formas de organización del trabajo. En este sentido, aunque no se puede decir que el teletrabajo sea una "nueva" forma de organizar el trabajo, sí es cierto que los avances en materia de digitalización y los cambios normativos que se están realizando en esta cuestión hacen necesario continuar avanzando en su estudio para poder facilitar a las empresas el cumplimiento de las nuevas obligaciones contenidas en la legislación y, en definitiva, para poder asegurar unas buenas condiciones de trabajo ligadas a esta modalidad organizativa.

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) ha publicado, a lo largo de los últimos años, diversos documentos que abordan el teletrabajo desde diferentes perspectivas técnicas, todas ellas bajo la óptica de la seguridad y salud. Ya en 1996 el INSST publicó la NTP 412 en la que se hacía un análisis específico de los criterios técnicos necesarios para la implantación del teletrabajo. Un año después, este organismo continuó ampliando ese análisis por medio del documento "Teletrabajo. Nuevas perspectivas en la organización del trabajo" que, de forma más profusa, examinaba esta cuestión bajo una óptica preventiva. A pesar de los años transcurridos desde su publicación, ambos documentos ya ponían de manifiesto la necesidad de integrar la prevención de riesgos laborales en el diseño e implantación de cualquier forma de organizar el trabajo y, en particular, en el caso del teletrabajo.

Unos años más tarde, el INSST elaboró dos NTP (1.122 y 1.123) que centraban su estudio en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que sirven de soporte, entre otros, a esta modalidad de teletrabajo. Asimismo, dada la importancia del correcto uso de las nuevas tecnologías con pantallas de visualización, se puede mencionar la NTP 1.150 que dedicó su contenido a la prevención de los riesgos generados por estos equipos.

El interés generado en la materia y la publicación de nuevas normas reguladoras del trabajo a distancia han propiciado la elaboración de la presente nota técnica de prevención (NTP). El objetivo principal de esta NTP es facilitar la integración de las actuaciones preventivas relacionadas con el teletrabajo en el sistema de prevención de la empresa. En este materia, es interesante citar la "Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales", publicada por el INSST, que ha servido de base para muchos de los conceptos que se desarrollarán a lo largo de este documento.

En cuanto a su alcance, aunque muchos de los comentarios incluidos están referidos a la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia, cuyo ámbito de aplicación se limita al sector privado, el contenido técnico de este documento es de utilidad para todo el colectivo del personal trabajador que se encuentra afectado por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, incluido el personal al servicio de las administraciones públicas.

Por último, es importante señalar que esta NTP está concebida para un teletrabajo implantado en un contexto laboral ordinario, es decir, exento de las dificultades y

particularidades que crisis puntuales, como la causada por la pandemia del COVID-19 en nuestro país, puedan suponer en un momento determinado.

2. MARCO TÉCNICO Y NORMATIVO

El trabajo a distancia, dentro del cual se encuentra el teletrabajo, ha sido objeto de regulación tanto a nivel nacional como en el ámbito europeo e internacional. De forma no exhaustiva, a continuación se hará un recorrido por los instrumentos, no todos ellos de carácter normativo, que han servido de base para establecer un marco de referencia para el desarrollo del teletrabajo.

En 1996 la Organización Internacional del Trabajo reguló el trabajo a domicilio en su Convenio nº 177 y en la Recomendación nº 184. Si bien es cierto que esta regulación no se centraba de forma exclusiva en el teletrabajo, tanto en el convenio como en la recomendación se instaba a equiparar la protección de esta modalidad de trabajo con aquel prestado de forma presencial. También en el ámbito internacional, el trabajo a distancia estaría alineado con el cumplimiento de la meta 8.5 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que persigue el empleo pleno y productivo y el trabajo decente.

Posteriormente, en el entorno de la Unión Europea, en 2002 se firmó el Acuerdo Marco Europeo sobre Teletrabajo, que fue suscrito por los interlocutores sociales europeos y revisado posteriormente en 2009. Este fue un paso decisivo para lograr un marco general a escala europea sobre las condiciones laborales del teletrabajo. En particular, este acuerdo incluye un apartado dedicado a la seguridad y salud en el trabajo en el que pone de manifiesto la plena aplicación de la Directiva 89/391/CEE (Directiva Marco) al teletrabajo y, con ello, de la normativa de prevención de riesgos laborales en su conjunto.

Dentro de nuestras fronteras, la Ley 3/2012, de 6 de julio, de medidas urgentes para la reforma del mercado laboral, modificó la ordenación del tradicional trabajo a domicilio para incluir de forma expresa al trabajo a distancia basado en el uso intensivo de las nuevas tecnologías. De este modo se reconoce el teletrabajo como una forma particular de la organización del trabajo. Como respuesta a esta norma, el propio texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores (ET), aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2015, establecía una definición del trabajo a distancia como *aquel en que la prestación de la actividad laboral se realice de manera preponderante en el domicilio del trabajador o en el lugar libremente elegido por este, de modo alternativo a su desarrollo presencial en el centro de trabajo de la empresa* (artículo 13, ET).

Una vez sentadas las bases en el contexto laboral, el trabajo a distancia comienza a ser objeto de atención desde diferentes perspectivas. Una de ellas está relacionada con las acciones dirigidas a favorecer el asentamiento y la fijación de la población en el mundo rural. En esta línea, las Directrices Generales de la Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico, aprobadas por Consejo de Ministros el 29 de marzo de 2019, incluyen la potenciación del teletrabajo dentro de los mecanismos de cooperación público-privada para lograr sus objetivos. Por su parte, el Real Decreto-ley 6/2019, de 1 de marzo, de medidas urgentes para garantía de la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres en el empleo y la ocupación, modifica el artículo 34.8 del Estatuto de los Trabajadores a fin de incluir el trabajo a distancia como un medio de favorecer la conciliación de la vida familiar y laboral. Por último, también se puede recordar el conjunto de derechos relacionados con el uso de dispositivos en el ámbito laboral que se recogían en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, entre los que se encuentra el derecho a la desconexión digital.

Como ha quedado en evidencia, hasta 2020 la normativa tomaba como referencia el trabajo a distancia, del que se entendía formaba parte el teletrabajo, como una forma específica del mismo. Pero iba a ser una situación de emergencia internacional, la pandemia causada por la COVID-19, la que diera un impulso brusco e inesperado al teletrabajo. La necesidad de minimizar la concurrencia de trabajadores en el ámbito laboral llevó al Real Decreto-ley 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social de la COVID-19, a establecer el carácter preferente del trabajo a distancia frente a otras medidas relacionadas con el empleo.

Sin perjuicio de las dificultades que la pandemia supuso para un correcto desarrollo del teletrabajo desde la perspectiva preventiva, esta emergencia sanitaria aceleró la publicación de una regulación específica y detallada del trabajo a distancia. Esta regulación se concretó en la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia (LTD) que dejó sin efectos el Real Decreto-ley 28/2020, de 22 de septiembre, que se publicó como regulación transitoria. En ambas disposiciones aparece de forma expresa y se define el teletrabajo como "*aquel trabajo a distancia que se lleva a cabo mediante el uso exclusivo o prevalente de medios y sistemas informáticos, telemáticos y de telecomunicación*" (artículo 2, LTD).

Bajo la mirada preventiva, es importante preguntarse cuál es la norma básica de prevención de riesgos laborales que sería de aplicación a una modalidad organizativa como el teletrabajo. Para responder a esta cuestión, la propia LTD establece en su artículo 15 lo siguiente: *Las personas que trabajan a distancia tienen derecho a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo, de conformidad con lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo*. Por lo tanto, se puede afirmar que el marco legal de la prevención de riesgos laborales de aplicación al teletrabajo coincide con el contexto general ya conocido y constituido por la Ley 31/1995 (LPRL), el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP) aprobado por Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, y por el resto de normativa de desarrollo que resulte pertinente en cada caso. Además, la LTD pasa a considerarse normativa de prevención de riesgos laborales en el sentido establecido por el artículo 1 de la LPRL al contener prescripciones relativas a la adopción de medidas preventivas en el ámbito laboral y, de este modo, contribuye a complementar el marco regulador en esta materia.

Por último, es ineludible hacer una precisión para el caso del personal al servicio de las Administraciones Públicas que preste sus servicios mediante el teletrabajo, ya que la disposición adicional segunda de la LTD señala que estas últimas se regirán por su normativa específica. Al margen de la normativa general de prevención de riesgos laborales ya señalada en el párrafo anterior, que es de plena aplicación a este colectivo, es de interés citar el Real Decreto-ley 29/2020, de 29 de septiembre, de medidas urgentes en materia de teletrabajo en las Administraciones Públicas y de recursos humanos en el Sistema Nacional de Salud para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19.

3. CARACTERÍSTICAS DEL TELETRABAJO

Desde la perspectiva preventiva, el teletrabajo tiene una serie de características particulares que son de especial interés para su gestión. A continuación se identifican aquellas características reguladas por la LTD que puedan tener mayor influencia en el desarrollo de las actividades de prevención de riesgos laborales asociadas a esta modalidad de trabajo.

Voluntariedad por ambas partes

El trabajo a distancia será voluntario para la persona trabajadora y para la empleadora (artículo 5, LTD). Este carácter voluntario, en ambos sentidos, es un aspecto diferencial de esta modalidad de trabajo que queda regulado inequívocamente en la LTD. Sin embargo, es importante ser conscientes de que esta voluntariedad no afecta en ningún modo al conjunto de obligaciones y deberes de ambas partes en lo que se refiere a la prevención de riesgos laborales.

Localización del puesto de trabajo

El teletrabajo, por tratarse de un trabajo a distancia, *se presta en el domicilio de la persona trabajadora o en el lugar elegido por esta, durante toda su jornada o parte de ella, con carácter regular* (artículo 2, LTD). La ubicación del puesto de trabajo queda, por tanto, fuera del lugar en el que la empresa tiene un control directo sobre las condiciones de trabajo, es decir, fuera del centro de trabajo de la empresa. Como se podrá ver más adelante, esta característica será crítica en relación con la evaluación de algunos de los riesgos significativos del puesto y con la adopción de las medidas preventivas que puedan ser necesarias.

Acuerdo y registro de las condiciones de trabajo

Una de las novedades introducidas por la normativa es la obligación de formalizar un "acuerdo de trabajo a distancia" que deberá realizarse por escrito (artículo 6, LTD). Sin perjuicio de aquellas cuestiones ligadas a la relación laboral general entre empresa y personal trabajador, este acuerdo recoge una serie de puntos que coinciden con la definición de condiciones de trabajo contenida en el artículo 4 de la LPRL, es decir, este documento será de gran interés para la gestión de la prevención dada su directa influencia en algunas de las condiciones generadoras de riesgos para el personal trabajador.

Por un lado, este acuerdo incluirá un inventario de los medios, equipos y herramientas que exigirá el trabajo. En este punto, el artículo 2 de la LTD define el teletrabajo como *aquel trabajo a distancia que se lleva a cabo mediante el uso exclusivo o prevalente de medios y sistemas informáticos, telemáticos y de telecomunicación*. De este modo, la propia norma incide de forma expresa en los equipos de trabajo que se utilizarán de forma exclusiva, o prevalente, durante la prestación del servicio. Por lo tanto, el acuerdo será el documento en el que se identificarán los equipos y herramientas que deberán evaluarse, junto con el resto de condiciones de trabajo, como parte del puesto de trabajo.

El acuerdo, por otro lado, también incluirá información sobre la organización y ordenación del trabajo como el horario, el porcentaje y distribución del tiempo de teletrabajo o los medios de control empresarial de la actividad, que también se consideran condiciones de trabajo que deberán ser analizadas en el momento de realizar la evaluación de riesgos laborales del puesto.

Por último, conviene recordar que, según el artículo 15 de la LPRL, *el empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas*. Aplicado al teletrabajo, esta obligación conlleva la necesidad de dotar a la persona que vaya a teletrabajar de las herramientas y conocimientos necesarios para poder desarrollar la actividad con suficientes garantías para su seguridad y salud. Esta capacitación deberá ser previa al inicio de los trabajos en esa modalidad.

Flexibilidad y desconexión digital

Algunos de los derechos regulados en la LTD, como el de flexibilidad horaria (artículo 13, LTD) o el de desconexión digital (artículo 18, LTD), tienen una influencia significativa en la ordenación del tiempo de trabajo y, con ello, en la gestión de los riesgos psicosociales o ergonómicos ligados a este ámbito. La propia norma es consciente de ello e incluso incluye la necesidad de realizar acciones de formación y sensibilización del personal sobre un uso razonable de las herramientas tecnológicas que evite, entre otros, el riesgo de fatiga informática.

Seguimiento de la actividad

El hecho de que el teletrabajo se desarrolle en un lugar distinto del centro de trabajo de la empresa puede dificultar el seguimiento de la actividad del trabajador. No obstante, en materia de prevención de riesgos laborales, son múltiples las situaciones en las que las acciones de control y supervisión de la actividad, por parte de la empresa, no pueden ejercerse *fácilmente* de manera directa o presencial.

En esta cuestión, la LTD dedica su capítulo IV a las facultades de organización, dirección y control empresarial en el trabajo a distancia. Se trata de un punto muy relevante para poder dar cumplimiento a la obligación empresarial de desarrollar *una acción permanente de seguimiento de la actividad preventiva* (artículo 14, LPRL).

Para poder hacer efectiva esta función de seguimiento, la ley prevé la posibilidad de que la empresa adopte *las medidas que estime más oportunas de vigilancia y control para verificar el cumplimiento por la persona trabajadora de sus obligaciones y deberes laborales* (artículo 22, LTD). Por lo tanto, al igual que en el resto de trabajos deslocalizados, la empresa debe llevar a cabo un análisis específico sobre las alternativas que mejor se ajusten a sus necesidades para poder implantar aquellos mecanismos que le permitan llevar a cabo esa labor de seguimiento y, con ello, garantizar unas condiciones de trabajo adecuadas. Todo ello debe ponerse en práctica prestando atención a las limitaciones ligadas al derecho a la intimidad de la persona trabajadora que, entre otros, aparece reflejado en la Ley del Estatuto de los Trabajadores (artículo 20 bis) y en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (Título X).

3. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: ELEMENTOS DIFERENCIALES DEL TELETRABAJO

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, la normativa de prevención de riesgos laborales es de plena aplicación al supuesto del teletrabajo. Así, la LPRL debe aplicarse en todos sus términos sin perjuicio de las particularidades que otras disposiciones específicas, como la

LTD, puedan determinar. No obstante, ya se ha señalado en este documento que esta modalidad de trabajo tiene unas características particulares que precisan de algunos matices a la hora de diseñar y ejecutar las actividades preventivas especializadas.

El sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo que cada empresa tenga implantado debe tomar en consideración las particularidades del teletrabajo, tanto en el desarrollo de las actividades especializadas como en las acciones necesarias para integrar la prevención. El objetivo de este apartado es exponer unas orientaciones que faciliten la incorporación del teletrabajo en aquellos elementos del sistema que puedan verse afectados en mayor medida.

Para lograr este objetivo, se utilizarán como referencia las etapas descritas en el documento "Directrices básicas para el desarrollo de la prevención de los riesgos laborales en la empresa", elaborado por el INSST, como base para incluir los criterios técnicos necesarios para hacer efectiva esa incorporación del teletrabajo en el sistema de prevención de la organización.

4.1. Integración de la prevención en la empresa

- **Modalidad de organización preventiva**

En primer lugar, la empresa debe decidir la modalidad de organización preventiva (artículo 10, RSP) que mejor se ajuste a su estructura y analizar los recursos humanos y materiales necesarios (dimensionamiento de la unidad). A este fin, entre otros factores, hay que considerar el tipo de riesgos presentes en la organización (que influiría en la especialización requerida y, en algunos casos, en el número de recursos necesarios) y la ubicación de los centros de trabajo (que afectaría al dimensionamiento de los recursos). Estos factores están claramente identificados en la Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

Para analizar el primero de los factores, el tipo de riesgos presentes en el teletrabajo, habría que estudiar si el teletrabajo supone la aparición de riesgos de diferente naturaleza (por ejemplo, de tipo ergonómico) respecto al mismo trabajo prestado de forma presencial. En este sentido, con carácter general, se parte del supuesto de que la persona trabajadora desempeña la misma labor durante el tiempo de teletrabajo que durante la prestación del servicio en modo presencial por lo que parece que el tipo de riesgos no tendría una gran influencia en la especialización requerida para formar parte de la modalidad de organización preventiva.

Sin embargo, el factor ubicación tiene un gran peso a la hora de diseñar el modelo preventivo de una empresa, en cuanto a la cuantía y localización de sus recursos especializados. Como regla general, a igualdad de número de personal trabajador, aquellas organizaciones que cuenten con una mayor dispersión geográfica de sus puestos de trabajo precisarán de más recursos para poder gestionar la prevención en todos ellos. No obstante, en el caso del teletrabajo es necesario tener en cuenta otros matices importantes que se van a ir exponiendo a lo largo de este apartado como, por ejemplo, la forma de realizar la evaluación de riesgos del puesto, que no siempre va a demandar más recursos en el servicio de prevención pero sí una adaptación de los procedimientos habituales implantados en la empresa a la nueva situación generada por este cambio organizativo.

En definitiva, en el caso del teletrabajo habrá que examinar cada circunstancia para estudiar cómo puede influir la deslocalización de los puestos de trabajo en la definición de la modalidad preventiva y en el dimensionamiento de los recursos necesarios.

- **Plan de prevención de riesgos laborales**

La principal herramienta de la que dispone la empresa para integrar la prevención, el plan de prevención de riesgos laborales, está claramente afectada desde el momento en el que aparece una nueva modalidad de trabajo en la organización. El teletrabajo debe ser considerado durante el diseño, o en algunos casos adaptación, del sistema de prevención cuyo documento nuclear es el citado plan.

Además de la propia modalidad de organización preventiva, ya expuesta en el punto anterior, hay un apartado del plan que se convierte en crítico en el ámbito del teletrabajo: las funciones que, en materia preventiva, se asumen por los miembros de la organización, incluido el personal que pasará a teletrabajar. Desempeñar la tarea en un lugar distinto del centro de trabajo de la empresa implica la necesidad de que el personal que teletrabaja participe de forma diferente en la gestión de los riesgos. Esta diferencia está centrada, en esencia, en las dos actividades que sirven de base al plan de prevención, es decir, en la evaluación de los riesgos y en la planificación de las medidas preventivas para eliminarlos o controlarlos.

Desde un punto de vista formal, el plan de prevención debe reflejar, como mínimo, los puntos descritos en el artículo segundo del RSP. La empresa que disponga de puestos de teletrabajo ha de incluir una descripción de los mismos (trabajadores afectados, medios materiales facilitados por la empresa, días en los que se realiza, etc.) en el plan, siempre bajo la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, es decir, en el plan se reflejará toda la información que sea relevante para poder gestionar la seguridad y salud en los puestos de teletrabajo del mismo modo que en el resto de puestos de la empresa. A modo orientativo, pueden darse las siguientes indicaciones sobre el contenido del plan:

- Se recomienda añadir una descripción completa y actualizada del número total de las personas que prestan sus servicios en la modalidad de teletrabajo, la frecuencia (porcentaje de tiempo de teletrabajo) de prestación del servicio, la duración de los acuerdos, los centros de trabajo a los que están adscritas y las unidades funcionales de las que dependen.
- Respecto a la modalidad preventiva, conviene determinar el alcance de las funciones definidas para las personas que formen parte de la misma y las medidas de coordinación entre ellas en relación con las actividades preventivas ligadas al teletrabajo.
- Sería de interés incluir una referencia al modelo de acuerdo de trabajo a distancia (artículo 6, LTD) implantado en la organización dado que parte de su contenido permitirá conocer la política de la empresa con respecto a cuestiones organizativas como, por ejemplo, el tiempo de trabajo (de gran interés preventivo).

Por último, conviene recordar que la integración de la prevención en los departamentos que tienen influencia en las condiciones de trabajo de las personas que teletrabajan (recursos humanos, compras, informática y otros) incluye su participación en el diseño, ejecución y control en las actividades preventivas que les afecten. En esta línea, las medidas implantadas para dar cumplimiento a la LTD (desconexión digital, protección de la intimidad,

confidencialidad de la información, etc.) deberán coordinarse con las acciones que en materia preventiva deban gestionarse (por ejemplo, elaboración de procedimientos o protocolos en la materia). Del mismo modo, es fundamental compaginar esta participación de los departamentos clave con las acciones de consulta y participación reguladas en el capítulo V de la LPRL. La "Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales" del INSST aborda ambas perspectivas y da orientaciones prácticas para involucrar a los departamentos clave de la empresa (en su apartado 4.6) y para facilitar la integración en el caso de la consulta y participación (apartado 4.3).

4.2. Evaluación de riesgos laborales

La evaluación de riesgos laborales es la actividad clave que permite recabar la información necesaria para que la empresa pueda definir las medidas preventivas óptimas para gestionar el teletrabajo. Desde el punto de vista técnico, el proceso para evaluar los riesgos asociados al teletrabajo es similar al seguido para analizar los riesgos de cualquier otra actividad. Sin embargo, como ya se ha indicado, el teletrabajo tiene unas particularidades que demandan una explicación más detallada del proceso de la evaluación de riesgos para comprender su enfoque.

Desde el punto de vista normativo, la LTD dedica su artículo 16 a la evaluación de riesgos y a la posterior planificación de la actividad preventiva. De este modo introduce algunos matices dentro del proceso habitual de la evaluación cuya regulación básica le continúa correspondiendo a la LPRL y al RSP. Para poder comprender mejor esas cuestiones diferenciales introducidas por la LTD, a continuación se transcribe el contenido literal de los apartados de su artículo 16 acompañados de una reflexión técnica:

"La evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva del trabajo a distancia deberán tener en cuenta los riesgos característicos de esta modalidad de trabajo, poniendo especial atención en los factores psicosociales, ergonómicos y organizativos y de accesibilidad del entorno laboral efectivo".

La evaluación de riesgos debe alcanzar a la totalidad de los puestos de trabajo de una empresa y al conjunto de actividades realizadas en cada uno de ellos. Partiendo de esta consideración general, se puede decir que esta disposición normativa únicamente introduce como novedad la necesidad de considerar las particularidades del teletrabajo a la hora de realizar dicha evaluación. Además, incide en las dos grandes áreas en las que se deberían centrar los esfuerzos: la ergonómica y la psicosocial, incluyendo esta última las condiciones de trabajo ligadas a la organización del mismo.

El INSST dispone de diferentes herramientas y documentos que facilitan la evaluación de los riesgos ergonómicos y psicosociales, en general, y de aquellos ligados al uso de las tecnologías propias del teletrabajo, en particular. El propio texto de la norma cita de forma expresa una serie de factores ligados a la organización del trabajo, como los descansos o el derecho a la desconexión, que debieran tomarse en consideración al realizar la evaluación.

"La evaluación de riesgos únicamente debe alcanzar a la zona habilitada para la prestación de servicios, no extendiéndose al resto de zonas de la vivienda o del lugar elegido para el desarrollo del trabajo a distancia".

La unidad básica objeto de la evaluación es el puesto de trabajo. Este último está compuesto, por un lado, por las condiciones de trabajo (artículo 4 de la LPRL) y, por otro, por la persona que lo ocupa (factor individual).

En este apartado de la LTD únicamente se hace una precisión sobre el primero de los elementos, las condiciones de trabajo, aclarando el alcance del mismo. Así, la norma limita estas condiciones a las presentes en la zona habilitada para la prestación de servicios. De este modo, excluye la necesidad de considerar en la evaluación otras áreas, equipos o instalaciones del domicilio, o lugar elegido, ajenas a esta zona habilitada. Por ejemplo, el caso de un puesto de trabajo compuesto por una silla, una mesa, un ordenador y un teléfono ubicados en una habitación de la casa, excluiría de la evaluación la necesidad de analizar los riesgos presentes en la cocina que pudieran surgir de una actividad de limpieza o cocinado. Esta delimitación es esencial para poder determinar con precisión el alcance de la evaluación de riesgos y, con ello, el ámbito de implantación de las medidas preventivas.

Además de lo anterior, hay que prestar una especial atención al segundo elemento que conforma el puesto evaluado: la propia persona que teletrabaja. En este punto será de especial relevancia recabar información sobre la posibilidad de que la persona trabajadora pueda considerarse especialmente sensible, en los términos del artículo 25 de la LPRL, tal y como señala el propio artículo 4 del RSP. Del mismo modo, como ya se ha subrayado, será fundamental obtener la información de índole psicosocial, ergonómica o de otra naturaleza recabada directamente de la persona trabajadora.

"La empresa deberá obtener toda la información acerca de los riesgos a los que está expuesta la persona que trabaja a distancia mediante una metodología que ofrezca confianza respecto de sus resultados, y prever las medidas de protección que resulten más adecuadas en cada caso".

Ya se ha señalado que el objetivo final de la evaluación de riesgos es la obtención de una información que permita tomar decisiones. El proceso para recabar esa información es absolutamente flexible y se puede optar por utilizar uno o varios métodos específicos para ello. Este apartado de la norma aprovecha el contenido del artículo 5 del RSP para recordar que la normativa es flexible respecto a los medios que se consideren más adecuados para obtener la información siempre que el resultado final, desde un punto de vista técnico, proporcione suficiente confianza al evaluador para poder asesorar convenientemente a la empresa.

En el caso del teletrabajo, al igual que cualquier otra actividad que no se desempeñe de forma presencial en el centro de trabajo de la empresa, no siempre será posible o necesario que la persona que realice la evaluación recabe *in situ* dicha información, en la medida en que la evaluación cumpla su objetivo. De este modo, la evaluación de riesgos puede aprovechar el uso de diferentes medios para recabar información, incluidos aquellos ligados a las nuevas tecnologías. Por ejemplo, el uso de una tecnología que permita visualizar el puesto a distancia, como puede ser una cámara web de un teléfono móvil, podría ser valorado en la medida ya comentada, esto es, en tanto posibilite a la empresa recabar la información necesaria para poder adoptar las medidas preventivas oportunas. Así mismo, la persona trabajadora también puede aportar información realizando mediciones sencillas (por ejemplo, distancias), tomando fotografías del puesto o describiendo telefónicamente aquello que le sea requerido.

Refuerza esta idea de flexibilidad lo señalado en la Guía técnica del INSST "para la mejora de la eficacia y

calidad de las actuaciones de los servicios de prevención ajenos" cuando establece que la evaluación de riesgos se considerará finalizada cuando se esté en disposición de "*a) haber decidido sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas (atendiendo a la magnitud del riesgo y aplicando el principio de precaución en caso de duda) y b) haber obtenido la información necesaria para que, posteriormente, puedan concretarse y planificarse las medidas a adoptar*". Por lo tanto, una vez que el empresario tiene definidas las medidas preventivas, debe entenderse que la evaluación de riesgos ha cumplido su propósito. Todo lo anterior es válido con independencia de la metodología aplicada para poder llegar a este punto.

"Cuando la obtención de dicha información exigiera la visita por parte de quien tuviera competencias en materia preventiva al lugar en el que, conforme a lo recogido en el acuerdo al que se refiere el artículo 7, se desarrolla el trabajo a distancia, deberá emitirse informe escrito que justifique dicho extremo que se entregará a la persona trabajadora y a las delegadas y delegados de prevención".

Se confirma así lo expuesto en el punto anterior al abrir la posibilidad de realizar la evaluación de riesgos laborales sin necesidad de acudir presencialmente al lugar en el que se prestan los servicios.

"La referida visita requerirá, en cualquier caso, el permiso de la persona trabajadora, de tratarse de su domicilio o del de una tercera persona física. De no concederse dicho permiso, el desarrollo de la actividad preventiva por parte de la empresa podrá efectuarse con base en la determinación de los riesgos que se derive de la información recabada de la persona trabajadora según las instrucciones del servicio de prevención".

Aquí se introduce un matiz de gran importancia en el supuesto de que el teletrabajo se preste en un domicilio particular. No es objeto de este documento comentar cuestión alguna relativa a la inviolabilidad del domicilio pero sí es de interés volver a insistir en los mecanismos que pueden facilitar la recopilación de la información necesaria para la evaluación sin requerir, en todo caso, la visita a dicho domicilio.

En el supuesto descrito en este apartado, la norma permite recabar información directamente de la persona trabajadora. Ya se ha puesto como ejemplo la posibilidad de utilizar medios telemáticos, como el teléfono móvil, para poder recopilar esa información. Así mismo, otra herramienta de interés para conseguir la información es el cuestionario. Este apartado de la norma permite que sea la persona trabajadora la que recabe los datos, por medio de un cuestionario o de cualquier otra herramienta definida por la empresa, siempre bajo las instrucciones del servicio de prevención. Deberá entenderse "servicio de prevención" en el sentido amplio ya indicado en apartados anteriores, es decir, como cualquiera de las modalidades de organización preventiva definidas en el artículo 10 del RSP.

Como complemento de lo anterior hay que recordar que, según lo establecido en el artículo 31.3 de la LPRL, la persona que realice la evaluación de riesgos laborales deberá formar parte de alguna de las citadas modalidades de organización preventiva. Por lo tanto, salvo que se dé esta circunstancia, queda descartada la posibilidad de que la persona trabajadora lleve a cabo una autoevaluación del puesto de trabajo en el sentido expuesto en este párrafo, es decir, una evaluación de riesgos laborales tal y como se define en los artículos 16 de la LPRL y 3 del RSP.

Por el contrario, una persona trabajadora que aporta información a su servicio de prevención a través de su testimonio verbal (entrevista), como resultado de la observación directa de su actividad o por medio de un cuestionario, estará actuando como una fuente de información más para que sea el servicio de prevención quien, tomando en consideración esta y otras averiguaciones recabadas de diversas fuentes, pueda llevar a cabo la preceptiva evaluación de riesgos laborales. Es en este sentido en el que cabría interpretar esa autoevaluación del puesto. Por ello, en aras de una mayor claridad de conceptos, parecería recomendable no hacer uso de este término para evitar confundirlo con la evaluación propiamente dicha.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir afirmando que el proceso de evaluación de los riesgos es flexible y los medios para recabar la información son múltiples, incluida la propia persona trabajadora. Sin embargo, las actuaciones de esta persona trabajadora en ningún caso pueden sustituir las tareas que, por ley, le corresponden al servicio de prevención de la empresa.

4.3. Planificación y ejecución de las actividades preventivas

Una vez realizada la evaluación de riesgos, el empresario deberá definir y planificar las medidas preventivas oportunas de acuerdo con la propuesta elaborada por su servicio de prevención.

Dadas sus características, el teletrabajo va a demandar una atención especial en relación con una de las actividades preventivas básicas, la formación. El hecho de trabajar en un lugar diferente del centro de la empresa requiere que la persona trabajadora disponga de herramientas para analizar el entorno, para identificar situaciones en las que precisa un asesoramiento particular o para poder corregir *in situ* las condiciones de trabajo que así lo requieran.

El artículo 19 de la LPRL señala que la formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. En el contexto del teletrabajo, la formación sobre la "función" del personal cobra una especial importancia dada la participación que este último va a desempeñar en el momento de recabar información (apoyo en la evaluación de riesgos) o a la hora de implantar las medidas preventivas correctoras básicas bajo las instrucciones de su servicio de prevención. A continuación se relacionan de forma no exhaustiva algunas de las cuestiones que podrían tenerse en cuenta en esta formación:

- En el caso de necesitar que la persona trabajadora utilice un cuestionario como herramienta para recopilar la información, es fundamental proporcionar indicaciones detalladas que faciliten su utilización y la identificación correcta de las condiciones de trabajo esperables en esta actividad.
- Instruir sobre los mecanismos de comunicación con el servicio de prevención, tanto en la etapa de la evaluación como en la de implantación de medidas correctoras. Es interesante recordar que, según el artículo 29 de la LPRL, la persona trabajadora debe *informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su*

juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Incluir las orientaciones precisas para gestionar adecuadamente, entre otros, la organización y el tiempo de trabajo y la interacción con los equipos informáticos y de telecomunicación (con especial atención a los aspectos ergonómicos y psicosociales).
- Facilitar instrucciones para la identificación de cambios que puedan surgir en el tiempo y que puedan necesitar una reevaluación del puesto de trabajo. Por ejemplo, la introducción de un nuevo equipo informático o la variación del horario de trabajo.
- Es recomendable incluir formación relacionada con la promoción de la salud en la que se prestará especial atención a la naturaleza de esta actividad (trabajo sedentario).

Todo lo anterior será complementario al resto de la formación (artículo 19, LPRL) e información (artículo 18, LPRL) que se determine en la normativa que resulte de aplicación, incluida aquella relacionada con la forma de actuar en situaciones de emergencia.

4.4. Actuación frente a cambios

En la empresa hay tres cambios que se pueden considerar básicos desde la perspectiva preventiva: adquisición de nuevos equipos o productos (compras); contratación de obras o servicios; o contratación de una persona o cambio de puesto de trabajo. En relación con el teletrabajo, los cambios más críticos son el primero, compras, y el tercero, cambio de puesto de trabajo.

Frente a una posible adquisición de equipos para ser utilizados en el teletrabajo, la empresa debe identificar los requisitos de seguridad y salud que se deben cumplir para integrarlos en el proceso de compras. Los equipos informáticos o de telecomunicaciones que se entreguen al trabajador deberán haberse seleccionado considerando las disposiciones mínimas de seguridad y salud que, en esta materia, estén reguladas en la normativa. Para lograrlo, es fundamental la coordinación efectiva entre los departamentos clave involucrados en este proceso (por ejemplo, entre informática y el departamento de administración encargado de realizar la compra). El servicio de prevención deberá prestar el apoyo necesario conforme se describe en el apartado 4.6.1 de la "Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales" publicada por el INSST.

Por otro lado, la empresa debe gestionar adecuadamente la designación del personal que vaya a prestar su servicio mediante teletrabajo. Al igual que en el caso de compras, es fundamental que la prevención de riesgos laborales esté integrada en todo el proceso de cambio de modelo organizativo para considerar desde el origen cualquier requisito que, en esta materia, sea preceptivo. Así, las condiciones acordadas entre empresa y personal trabajador, y plasmadas en el acuerdo de trabajo a distancia, serán una fuente de información esencial para el servicio de prevención. En sentido contrario, el servicio de prevención prestará apoyo a los responsables de recursos humanos tal y como se detalla en el apartado 4.6.2 de la citada guía técnica de integración.

El procedimiento seguido debe garantizar que la persona que comienza a teletrabajar tiene la formación e información necesaria, cuenta con los equipos apropiados y su estado de salud es compatible con el puesto. En referencia a este último punto, hay que señalar que las previsiones establecidas en el artículo 22 de la LPRL, en relación con la vigilancia de la salud, se aplicarán en el caso del teletrabajo de forma similar al resto de modalidades organizativas. Desde un punto de vista técnico, el hecho de desarrollar la actividad laboral en un lugar diferente al centro de la empresa no condiciona de ningún modo las previsiones establecidas en la normativa con respecto a la obligación empresarial de garantizar dicha vigilancia y, con carácter general, a la voluntariedad del trabajador para someterse a ella.

4. CONCLUSIONES

El desarrollo de la actividad laboral mediante la modalidad de teletrabajo trae consigo una serie de particularidades que deben ser consideradas desde la óptica de la prevención de riesgos laborales. Una vez revisadas las principales características de esta modalidad y su influencia en la gestión de la prevención, a continuación se exponen algunas reflexiones a modo de conclusión:

- La LTD introduce algunas disposiciones orientadas a la prevención de riesgos laborales de las personas que realizan teletrabajo, que deberán ser consideradas en la gestión de su seguridad y salud. No obstante, esta norma es complementaria del resto de normativa, comenzando por la LPRL, que continuará siendo de aplicación al igual que en el resto de modalidades de organización del trabajo.
- La característica diferencial más sobresaliente del teletrabajo, en relación con la prevención de riesgos, es la ubicación del puesto de trabajo, que se localiza en un lugar diferente del centro de trabajo de la empresa.
- Es necesario adaptar el sistema de prevención de la empresa para dar cabida al teletrabajo y garantizar a aquellos que lo prestan el mismo nivel de seguridad y salud que el resto del personal trabajador.
- La evaluación de riesgos laborales deberá hacer uso de aquellos medios y metodologías que proporcionen confianza al evaluador y que permitan recabar una información suficiente para poder tomar decisiones sobre las medidas preventivas que puedan ser necesarias.
- La formación del personal que teletrabaja debe incluir lo necesario para que este personal pueda participar en el proceso de la evaluación de riesgos, si así se precisa, y pueda disponer de herramientas para, en su caso, poder corregir *in situ* aquellas condiciones de trabajo según las instrucciones recibidas por su servicio de prevención.
- En relación con la gestión del cambio, se debe poner especial énfasis en la integración de la prevención en aquellos departamentos más involucrados en el diseño y gestión de los puestos asociados al teletrabajo.

En definitiva, el hecho de que el teletrabajo se realice en el domicilio de la persona trabajadora, o en otro lugar elegido por esta, no debe ser obstáculo para desarrollar todas las actividades preventivas previstas en la normativa con el mismo alcance y rigor que en el caso de que la misma actividad se ejecutara de forma presencial.

BIBLIOGRAFÍA

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. C 177. Convenio sobre el trabajo a domicilio. Año 1996.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. R 184. Recomendación sobre el trabajo a domicilio. Año 1996.

INSST. Teletrabajo: criterios para su implantación. Nota Técnica de Prevención nº 412. Año 1996.

INSST. *Pérez Bilbao, Jesús y otros.* Teletrabajo. Nuevas perspectivas en la organización del trabajo. *Año 1997.*

INSST. Guía técnica para la mejora de la eficacia y calidad de las actuaciones de los servicios de prevención ajenos. Año 2012.

INSST. Directrices básicas para el desarrollo de la prevención de los riesgos laborales en la empresa. Año 2013.

INSST. Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa. Año 2015.

ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. RES\70\1. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Año 2015.

INSST. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (I): nuevas formas de organización del trabajo. Nota Técnica de Prevención nº 1.122. Año 2018.

INSST. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (II): factores de riesgo psicosocial asociados a las nuevas formas de organización del trabajo. Nota Técnica de Prevención nº 1.123. Año 2018.

MINISTERIO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y FUNCIÓN PÚBLICA. Estrategia Nacional Frente al Reto Demográfico. Directrices generales. Año 2019.

INSST. Riesgos ergonómicos en el uso de las nuevas tecnologías con pantallas de visualización. Nota Técnica de Prevención nº 1.150. Año 2020.

COMISIÓN EUROPEA. Marco estratégico de la UE en materia de salud y seguridad en el trabajo 2021-2027. La seguridad y la salud en el trabajo en un mundo laboral en constante transformación. COM (2021) 323 final. Bruselas, 28.06.2021.

NORMATIVA CITADA

Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.

Ley 3/2012, de 6 de julio, de medidas urgentes para la reforma del mercado laboral

Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Real Decreto-ley 6/2019, de 1 de marzo, de medidas urgentes para garantía de la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres en el empleo y la ocupación.

Real Decreto-ley 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social del COVID-19.

Real Decreto-ley 29/2020, de 29 de septiembre, de medidas urgentes en materia de teletrabajo en las Administraciones Públicas y de recursos humanos en el Sistema Nacional de Salud para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19.

Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia.

Agradecimientos a:

Jesús Pérez Bilbao. Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. INSST.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.166

Modelo de demandas y recursos laborales: Marco teórico

Job demands and resources model: theoretical framework
Modèle de demandes et de ressources laboraux: cadre théorique

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Aitana Garí Pérez

Rebeca Martín Andrés

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Antonia Calvo-Salguero

Marina Ortiz López

GRUPO DE INVESTIGACIÓN HUM 196: Actitudes, creencias, valores y conductas (VALCREAC) del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI). Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento (CIMCYC). Facultad de Psicología. Universidad de Granada

El abordaje de los riesgos psicosociales se hace más completo y ajustado cuando se sustenta sobre la base de modelos teóricos. El objetivo de esta Nota Técnica de Prevención (NTP) es presentar el modelo de Demandas y Recursos Laborales (DRL) debido a su gran relevancia y su utilidad para la prevención de riesgos psicosociales. En esta primera NTP se presenta el modelo y sus antecedentes y se exponen aspectos relacionados con los factores de riesgo psicosocial. En la NTP 1.167, se presenta la evidencia empírica que lo avala y se abordan aspectos relacionados con la evaluación e intervención derivadas del modelo, mostrando ejemplos de sus aplicaciones prácticas.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DEL MODELO DRL

En el ámbito de la prevención de riesgos psicosociales, los modelos teóricos ayudan a describir, explicar y predecir conductas y procesos y, por tanto, a orientar las actuaciones preventivas. Un adecuado posicionamiento teórico aporta una comprensión más completa de los fenómenos y favorece una mayor precisión en la formulación de las hipótesis de trabajo y la selección de la metodología más ajustada a las necesidades detectadas. Por tanto, para llevar a cabo un proceso de gestión psicosocial coherente y eficaz es recomendable enmarcarlo en un modelo teórico.

Existen diversos modelos teóricos sobre la salud psicosocial en el trabajo. Uno de los más relevantes actualmente para explicar el impacto de las condiciones de trabajo en la salud y el rendimiento de las personas es el modelo de Demandas y Recursos Laborales (DRL).

El modelo DRL se ha inspirado en modelos precedentes que explican los procesos de generación de estrés laboral desde una conceptualización interaccionista o transaccional entre la persona y el ambiente de trabajo. Son modelos que gozan de un gran impacto en la investigación actual y pueden ser aplicables a la práctica real en las organizaciones.

Entre estos modelos encontramos los relacionados con la pérdida de recursos, como el modelo de estrés y *coping* (Lazarus y Folkman, 1984), o el modelo de la conservación de recursos (Hobfoll, 1989); modelos que se centran en la estimulación ambiental, como el modelo vitamínico (Warr, 1987); modelos basados en el ajuste-desajuste, como el modelo de esfuerzo-recompensa (Siegrist, 1996) y modelos que analizan la interacción entre demandas-recursos, entre los que destaca el modelo de demanda-control -DC- (Karasek, 1979) a partir del cual se ha desarrollado el modelo DRL.

Estos modelos no son excluyentes entre sí, sino complementarios, ya que explican desde distintas perspectivas el impacto del trabajo sobre la salud psicosocial de las personas. Todos coinciden en asumir que esta es el fruto de la combinación entre factores externos e internos (el desajuste entre ambos está en el inicio de los efectos negativos sobre la salud psicosocial) y en que las demandas pueden tener efectos negativos sobre la salud, siempre que no se disponga de recursos suficientes para afrontarlas.

Como se ha comentado, el modelo DC es el principal punto de partida sobre el que se ha desarrollado el modelo DRL. El **modelo DC** fue desarrollado por Robert Karasek en 1979. Este modelo explica la salud psicosocial mediante la combinación de las demandas y el control que la persona tiene sobre el puesto de trabajo. Las demandas se refieren a las exigencias o carga psicológica que el trabajo implica para la persona. Este modelo considera un único tipo de demanda laboral: la sobrecarga de trabajo cuantitativa, concebida como el volumen de trabajo, presión de tiempo, nivel de atención exigido e interrupciones que el trabajador tiene en su puesto de trabajo. El control o autonomía se concibe como el grado potencial que tienen los trabajadores y las trabajadoras para gestionar sus propias actividades y la posibilidad de desarrollo de habilidades. El desarrollo de habilidades hace alusión al grado en que el trabajo permite un desarrollo personal relacionado con las propias capacidades, creatividad y variedad de tareas. De esta forma, el modelo

propone una serie de predicciones en cuanto al estrés y el aprendizaje. En relación con el estrés, se establece que los puestos estresantes son aquellos en los que se da una combinación de altas demandas y bajo control, mientras que la combinación opuesta da lugar a puestos con bajo nivel de estrés. Por otro lado, en relación con el aprendizaje, hay puestos activos, en los que las demandas y el control son altos, y puestos pasivos cuando ambos son bajos. Es importante destacar que Jhonson y Hall ampliaron en 1988 el modelo incorporando otro recurso laboral: el apoyo social, pasando a denominarse modelo de demandas-control-apoyo (DCA) (ver NTP 603 y 604).

A partir del esquema del modelo DC, Demerouti et al. (2001) comenzaron a acumular evidencia científica hasta que en 2007 se presenta el modelo DRL (Bakker y Demerouti, 2007) incluyendo algunas variables y matizando otras que permiten comprender, explicar y pronosticar el bienestar de los trabajadores y su rendimiento laboral en una organización. Las nuevas variables aumentan la aplicabilidad del modelo en las organizaciones, como ha mostrado la evidencia científica que lo avala. De hecho, el **modelo DRL ha ido evolucionando hasta convertirse en teoría** (Bakker y Demerouti, 2013) y, en este proceso, ha enriquecido la conceptualización de las variables demanda y recurso. A continuación, se desarrollarán las premisas teóricas sobre las que se fundamenta.

2. MODELO DE DEMANDAS Y RECURSOS LABORALES

El modelo DRL se caracteriza fundamentalmente por ser **generalizable, flexible y comprehensivo**, pudiendo ser aplicado en diversidad de organizaciones. Permite comprender, explicar y pronosticar la salud de los trabajadores y trabajadoras, así como su rendimiento laboral.

La premisa principal del modelo es que las características del trabajo pueden tener consecuencias sobre la salud psicosocial. Los dos elementos fundamentales hacen referencia a las demandas y los recursos laborales:

- Las **demandas laborales** son definidas como aquellos aspectos físicos, psicológicos, sociales y/u organizativos que requieren del trabajador o trabajadora un esfuerzo físico y/o psicológico.
- Los **recursos laborales** se refieren a aquellos aspectos físicos, psicológicos, sociales y/u organizativos que conducen a la consecución de logros o metas laborales, estimulando el crecimiento y desarrollo personal.

En un desarrollo posterior del modelo se incluyen los recursos personales, considerados como autoevaluaciones positivas que se relacionan con la capacidad para controlar e influir en el entorno. Los autores consideran que los recursos personales pueden llegar a desempeñar un papel similar al de los recursos laborales y, además, ambos se influyen mutuamente. Según el modelo, los recursos personales son capaces de movilizar los recursos laborales y viceversa, generando procesos motivacionales que incrementan ambos recursos en una espiral positiva (ver Figura 1).

Como se puede observar en la Figura 1, el modelo plantea que las demandas y los recursos dan lugar a dos procesos diferenciados (proceso dual de la salud psicosocial):

- La presencia de altas demandas laborales crónicas genera **tensión,** dando lugar al **proceso de deterioro de la salud** del que se derivan consecuencias negativas sobre la salud y el rendimiento. Uno de los efectos más estudiados, enmarcado en el modelo, es el *burnout* (ver NTP 704, 705 y 732), que se define como una forma inadecuada de afrontar el estrés crónico, cuyos

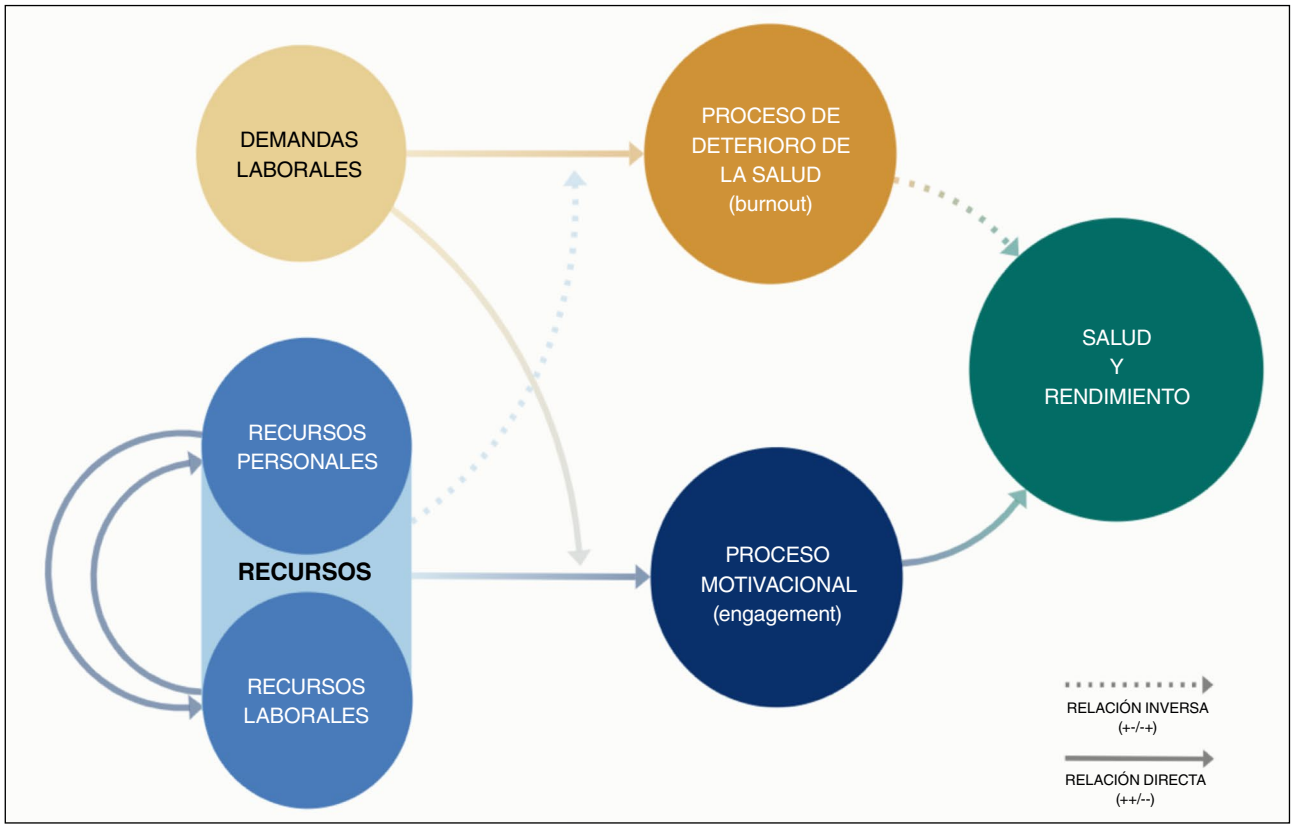


Figura 1. Modelo de Demandas y Recursos laborales. Modificado a partir de Bakker y Demerouti (2013)

rasgos principales son el agotamiento emocional, la despersonalización y la disminución del desempeño.
- La presencia de altos niveles de recursos, tanto laborales como personales, estimula la **motivación,** dando lugar al **proceso motivacional,** del que se derivan consecuencias positivas sobre la salud y el rendimiento. El efecto más estudiado en este sentido es el *engagement*, que es un estado de realización positivo relacionado con el trabajo, el cual potencia la salud y el bienestar, a la par que mejora el desempeño.

Aunque las demandas y los recursos laborales inician procesos distintos, pueden también tener efectos conjuntos (ver Figura 1). Según el modelo DRL las demandas y los recursos laborales interactúan a la hora de predecir la salud y el bienestar. Por un lado, disponer de recursos suficientes amortigua el impacto de las demandas en el proceso de deterioro de salud. Diversos estudios han demostrado que recursos laborales tales como el apoyo social, la autonomía, la retroalimentación sobre el desempeño y las oportunidades de desarrollo pueden mitigar el impacto de las demandas laborales (presión de trabajo, exigencias emocionales, etc.) sobre diversos indicadores de deterioro de salud como, por ejemplo, el *burnout*. Por otro lado, las demandas amplifican el impacto de los recursos laborales en el proceso motivacional. En este sentido, la investigación indica que los recursos laborales cobran mayor importancia y tienen mayor impacto en el *engagement* cuando las demandas son elevadas.

Cabe aclarar que, aunque la investigación empírica del modelo se ha centrado principalmente en los efectos perjudiciales que tiene el exceso de demandas sobre la salud (Cifre, Salanova y Ventura, 2009), algunos estudios han encontrado también efectos positivos, en función del tipo de demanda (Llorens, Bakker, Schaudeli y Salanova, 2006; Lepine, Podsakoff y LePine, 2005; Podsakoff, LePine, y LePine, 2007). De ello se deriva la necesidad de distinguir entre **demandas amenazantes y retadoras**:
- Las **demandas amenazantes** como, por ejemplo, el conflicto de rol, se definen como aquellas demandas que son valoradas negativamente porque tienen el potencial para dañar el beneficio o logro personal, provocando emociones negativas y un estilo pasivo de afrontamiento (Cifre, Salanova, y Ventura, 2009; Lepine, Podsakoff, y LePine, 2005).
- Las **demandas retadoras** como, por ejemplo, la sobrecarga cuantitativa de trabajo, se definen como aquellas demandas que son valoradas positivamente por tener el potencial para promover beneficios o logros personales, oportunidades para el desarrollo y realización personal, provocando emociones positivas (Cifre, Salanova, y Ventura, 2009; Lepine, Podsakoff, y LePine, 2005).

En base a esta distinción, el proceso motivacional descrito en el modelo, que se deriva de la presencia de altos recursos, se ve potenciado por las demandas, siempre que estas sean retadoras.

3. FACTORES PSICOSOCIALES DEL MODELO

Existen demandas y recursos que se pueden encontrar en casi todos los puestos de trabajo, como por ejemplo el ritmo de trabajo, que puede dar lugar o no a presión temporal o el grado de autonomía con el que se pueden desempeñar las tareas. Sin embargo, hay demandas y recursos que son más específicos de cada puesto, como, por ejemplo las demandas emocionales o el *feedback*. En cualquier caso, las demandas y recursos laborales son analizadas considerando tres niveles diferentes:
- **De tarea**: son las más próximas a la persona debido a que tienen que ver con la actividad que esta realiza.
- **Sociales**: abarcan tanto el ambiente social inmediato de trabajo (colegas) como el mediato (de dirección, clientes, usuarios, etc.).
- **Organizativos**: tienen que ver con los cambios exigidos a las organizaciones y trabajadores que implican un esfuerzo de adaptación para poder desenvolverse en niveles competitivos.

A continuación, se comentarán algunas demandas y recursos laborales y personales que se han mostrado relevantes en la investigación empírica respecto a su influencia sobre la salud psicosocial. Algunos han sido considerados por Bakker (2014) como predictores de salud laboral y rendimiento laboral. Se debe tener en cuenta que el modelo DRL alberga una lista no exhaustiva de variables para garantizar su flexibilidad en cuanto a la aplicación sobre las distintas organizaciones y profesiones y, además, muchos factores psicosociales presentados en un nivel pueden encuadrarse en otros en función del contexto. Por ejemplo: las demandas emocionales pueden ser analizadas como demandas laborales de tarea cuando la actividad que realiza el trabajador o trabajadora es de naturaleza emocional, es decir, implica la movilización de recursos emocionales. Sin embargo, las demandas emocionales también pueden ser analizadas como demandas sociales cuando se producen como consecuencia del contacto social relacionado con el trabajo y no de la propia naturaleza de las tareas que se desarrollan en él.

DEMANDAS LABORALES:
- **Demandas de tarea**
  - Presión temporal: grado en que la persona y/o grupo percibe que el tiempo disponible para llevar a cabo las tareas es inferior al necesario.
  - Demandas físicas, cognitivas y emocionales: las primeras se relacionan con el grado en que el trabajo exige excesiva carga física, como la carga y descarga de materiales pesados o las tareas que implican movimientos repetitivos y de corta duración. Las segundas, con el grado en que el trabajo exige excesiva concentración, precisión, atención diversificada y memoria. Las terceras hacen referencia al grado en que el trabajo exige la excesiva implicación del trabajador a nivel emocional, por tratar con personas o por tener que convencer o persuadir a otros.
  - Tareas tediosas: se relacionan principalmente con la gestión de problemas administrativos, burocracia, tareas molestas inesperadas, etc.
- **Demandas sociales**
  - Conflicto de rol: grado en que la persona percibe exigencias de su ambiente socio-laboral que son incompatibles entre sí. Es decir, recibir instrucciones contradictorias de una misma persona o de dos personas diferentes o procedimientos de trabajo que no coinciden con la forma en la que la persona trabajadora lo haría si tuviera autonomía para decidir.
- **Demandas organizativas**
  - Innovación tecnológica: se relaciona directamente con la actividad del trabajo primario de una organización (nuevos productos/servicios o nuevos elementos en el proceso). Tienen que ver con la

utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

RECURSOS LABORALES:

- **Recursos de tarea**
  - Autonomía: también conocido como control, es clave en la mayoría de los modelos de estrés. Se destacan distintos tipos de autonomía, como la decisional o la temporal. La primera hace referencia al grado en que la persona tiene capacidad para tomar decisiones y la segunda, a la capacidad para gestionar el tiempo de trabajo.
  - *Feedback*: grado en que la realización de la actividad laboral proporciona a la persona información clara y directa sobre la eficacia de su desempeño.
- **Recursos sociales**
  - Apoyo social: relacionado con el apoyo y valoración recibida por los compañeros.
  - *Coaching*: hace referencia a la información, consideración, ayuda y amabilidad de las personas de quienes se depende jerárquicamente.
- **Recursos organizativas**
  - Oportunidades de carrera o de desarrollo: se relaciona con la posibilidad de desarrollar los puntos fuertes de la persona o de aprender cosas nuevas.

RECURSOS PERSONALES:

- *Capital psicológico positivo*: es un estado de desarrollo psicológico positivo compuesto por la eficacia personal o autoeficacia, la esperanza, el optimismo y la resiliencia.
  - Eficacia personal o autoeficacia: creencia en las propias capacidades para organizar y ejecutar los recursos de acción requeridos para alcanzar determinados logros o resultados.
  - Esperanza: relacionado con la perseverancia hacia las metas y, cuando sea necesario, la redirección de los caminos hacia las mismas para tener éxito.
  - Optimismo: relacionado con la expectativa de resultados favorables en momentos de incertidumbre y la creencia de que ocurrirán más eventos positivos que negativos en el futuro.
  - Resiliencia: capacidad para recuperarse de la adversidad, el conflicto y el fracaso o, incluso, de acontecimientos positivos que resultan abrumadores para las personas, como los progresos y la alta responsabilidad.
- *Inteligencia emocional:* se destaca como uno de los recursos personales más vinculados al ámbito de la salud laboral. Es definida como el conjunto de habilidades relacionadas con la atención a los sentimientos, la claridad y la reparación de las propias emociones.

Es necesario destacar que, a pesar de que el modelo DRL no incluye explícitamente las demandas y recursos extra-organizativas, la literatura señala que se deducen de forma implícita del modelo al considerarse en el mismo una lista no exhaustiva de demandas y recursos y, por ello, se deberían tener en cuenta en la práctica de la gestión psicosocial encuadrada en este modelo (Badawy y Schieman, 2021; Verhoef, Ruiter, Blomme y Curfs, 2021; Sahin y Yozgat, 2021). Por ejemplo, las demandas familiares y su interacción con las demandas laborales pueden dar lugar a un conflicto familia-trabajo (interferencia de la familia con el trabajo) o a un conflicto trabajo-familia (interferencia del trabajo con la familia). La investigación ha puesto de manifiesto que este último tiene una mayor incidencia debido a que la familia es más flexible y se adapta en mayor medida a las demandas laborales que viceversa. Por otro lado, los recursos del hogar suficientes (ayuda doméstica o para el cuidado de personas dependientes, etc.) se asocian con un efecto positivo que facilita el funcionamiento en el ámbito laboral.

En definitiva, el modelo DRL contempla los factores psicosociales desde una amplitud que permite comprender los matices y diferencias de las distintas realidades psicosociales de las organizaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BADAWY, P. J. y SCHIEMAN, S. With greater power comes greater stress? Authority, Supervisor Support, and Work-Family Strains. En *Journal of Marriage and Family*, 2021, vol. 83, no. 1, pp 40-56. doi 1 0.1111/jomf.12714

BAKKER, A. B. y DEMEROUTTI, E. The job demands-resources model: State of the art. En *Journal of Managerial Psychology*, 2007, vol. 22, pp. 309-328. doi: 10.1108/02683940710733115

BAKKER, A.B. The Job Demands-Resources Questionnaire. En *Work and Wellbeing: Wellbeing: A Complete Reference Guide.* Rotterdam: Erasmus University, 2014, vol. 3, pp. 1-28. doi: 10.1002/9781118539415.wbwell019

BAKKER, A.B. y DEMEROUTI, E. La teoría de las demandas y los recursos laborales. En *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones.* 2013, vol. 29, no. 3, pp. 107-115. doi: 10.5093/tr2013a16

BAKKER, A.B. y DEMEROUTI, E. Towards a model of work engagement. En *Career Development International*. 2008, vol. 13, no. 3, pp. 209-223. doi: 10.1108/13620430810870476

CIFRE, E., SALANOVA, M. y VENTURA, M. Demandas y recursos del ambiente de trabajo. Salanova, M. *Psicología de la Salud Ocupacional*. 2009, 97-122.

DEMEROUTI, E, et al. The job demands-resources model of burnout. En *Journal of applied psychology.* 2001, vol. 86, no. 3, pp. 499-512.

HOBFOLL, S.E. Conservation of resources. A new attempt at conceptualizing stress. En *American Psychologist.* 1989, vol. 44, nº.3, pp. 513-524. doi: 10.1037/0003-066X.44.3.513

JOHNSON, J.V y HALL, E.M. Job strain, work place social support, and cardiovascular disease: a cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. En *American Journal of Public Health.* 1988, vol. 78, no. 10, pp. 1336-1342. doi: 10.2105/AJPH.78.10.1336

KARASEK, R.A. Job demands, job decision latitude and mental strain. Implications for job redesign. En *Administrative Science Quarterly.* 1979, vol. 24, no. 2, pp. 285-308.

LAZARUS, R.S. y FOLKMAN, S. *Stress, Appraisal and coping.* Nueva York: Springer Publishing Company, 1984.

LEPINE, J. A., PODSAKOFF, N. P., y LEPINE, M. A. A meta-analytic test of the challenge stressor–hindrance stressor framework: An explanation for inconsistent relationships among stressors and performance. En *Academy of Management Journal*. 2005, 48(5), 764-775.

LLORENS, S., BAKKER, A. B., SCHAUFELI, W., y SALANOVA, M. Testing the robustness of the job demands-resources model. En *International Journal of Stress Management*. 2006, 13(3), 378.

LUTHANS, F. y YOUSSEF, C. M. Human, social, and now positive psychological capital management: Investing in people for competitive advantage. En *Organizational Dynamics*. 2004, vol. 33, no. 2, pp. 143-160. doi: 10.1016/j.orgdyn. 2004.01.03

PODSAKOFF, N. P., LEPINE, J. A., y LEPINE, M. A. Differential challenge stressor-hindrance stressor relationships with job attitudes, turnover intentions, turnover, and withdrawal behavior: a meta-analysis. En *Journal of applied psychology*. 2007, 92(2), 438.

SAHIN, S., Y YOZGAT, U. Work-family conflict and job performance: mediating role of work engagement in healthcare employees. En Jorunal of Management & organization, 2021, p1-20. doi:10.1017/jmo.2021.13

SALANOVA, M. Modelos teóricos de salud ocupacional. En: M. SALANOVA, (dir.) Psicología de la salud ocupacional. Madrid: Síntesis, 2010, pp.63-93. ISBN: 978-84-975666-2-9

SALANOVA, S, et al. Caso a caso en la prevención de los riesgos psicosociales. Metodología WONT para una organización saludable. Bilbao: Lettera, 2007.

SCHAUFELI, W.B. Y BAKKER, A.B. Job demands, job resources and their relationship with burnout and engagement: a multisample study. En Journal of Organizational Behavior. 2004, vol. 25, no. 3, pp. 293-315. doi: 10.1002/job.248

SIEGRIST, J. Adverse health effects of high effort-low reward conditions. En *Journal of Occupational Health Psychology*. 1996, vol. 1, no. 1, pp. 27-43.

VAN VELDHOVEN, M., VAN DEN BROECK, A., DANIELS, K., BAKKER, A., TAVARES, S. Y OGBONNAYA, CH. Challenging the Universality of Job Resources: Why, When, and For Whom Are They Beneficial? Applied psychology: an international review, 2020, 69 (1), 5–29

VERHOEF, N. C., et al. Relationship between generic and occupation-specific job demands and resources, negative work– home interference and burnout among GPs. En Journal of Management & Organization, 2021, p. 1-29. doi:10.1017/jmo.2021.16

WARR, P. Work, unemployment and mental health. Oxford: Oxford University Press, 1987.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

AÑO 2021

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.167

Modelo de demandas y recursos laborales: Aplicación a la prevención psicosocial

Job demands and resources model: application to psychosocial prevention
Modèle de demande et de ressources laboraux: application à la prévention psychosociale

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Aitana Garí Pérez

Rebeca Martín Andrés

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Antonia Calvo-Salguero

Marina Ortiz López

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DEL Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI) HUM 196: Actitudes, creencias, valores y conductas (VALCREAC) del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI). Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento (CIMCYC). Facultad de Psicología. Universidad de Granada

De forma complementaria a la NTP 1.166, en la que se presenta el modelo de demandas y recursos laborales (DRL), en esta NTP se exponen las principales conclusiones de la evidencia empírica que avala el modelo. Además, se plantea su utilidad para la evaluación e intervención sobre los riesgos psicosociales, aportando orientaciones para su uso, y se ofrecen ejemplos de aplicaciones prácticas del modelo.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. EVIDENCIA EMPÍRICA

Numerosos estudios y meta-análisis han recogido abundante evidencia empírica que demuestra la robustez y utilidad del modelo DRL. Tanto es así, que ha sido extendido hasta llegar a ser considerado en la actualidad una teoría: la **teoría de las Demandas y los Recursos Laborales** (Bakker y Demerouti, 2013).

El modelo se ha usado principalmente para realizar **predicciones sobre salud** (por ejemplo: agotamiento, estrés laboral, ansiedad y depresión) **y rendimiento laboral** (por ejemplo: el compromiso organizacional, la satisfacción y la motivación laboral). Es importante destacar que en ambas esferas los efectos negativos y positivos se encuentran mediados por dos variables ampliamente estudiadas en el modelo: *burnout* y *engagement,* respectivamente. Estos trabajos coinciden en que:

- las demandas laborales elevadas predicen variables como el *burnout* y otros problemas psicosomáticos de salud (por ejemplo: Bakker, Demerouti y Schaufeli, 2003; Hakanen et al., 2006);
- un nivel alto de recursos laborales genera efectos positivos, tanto relacionados con la salud como con el rendimiento en el trabajo (por ejemplo, Christian, Garza, y Slaughter, 2011; Rudolph, Katz, Lavigne, y Zacher, 2017);
- los recursos laborales tienen el potencial de amortiguar los efectos adversos de las altas demandas laborales; un ajuste adecuado de los recursos y las demandas laborales puede aumentar el proceso motivacional (por ejemplo: Bakker, Hakanen, Demerouti, y Xanthopoulou, 2007, 2010; Hakanen, Bakker, y Demerouti, 2005).

A efectos prácticos, en materia de prevención de riesgos psicosociales, la evidencia científica del modelo permite desarrollar evaluaciones en términos de recursos (personales y laborales) y demandas laborales, así como el diseño de intervenciones preventivas en base a las necesidades o carencias detectadas.

2. EVALUACIÓN PSICOSOCIAL BASADA EN EL MODELO DRL

Es importante señalar que la finalidad del modelo DRL es facilitar la comprensión de la realidad psicosocial de una organización y no la evaluación de los riesgos psicosociales. Por este motivo, sus autores no ofrecen un instrumento específico para tal fin. Sin embargo, como todo modelo avalado por la comunidad científica, ofrece una base teórica sólida y fiable sobre la que diseñar evaluaciones a medida. Su flexibilidad y apertura permiten aplicar las premisas del modelo al abordaje de los riesgos psicosociales de cualquier organización de forma adaptada a sus particularidades preventivas.

Un proceso de evaluación psicosocial basado en el modelo DRL debería identificar las demandas laborales de cada puesto de trabajo y ponerlas en relación con los recursos disponibles, orientando así la selección de los instrumentos cuantitativos más adecuados para la evaluación de los factores relevantes en cada caso. A este respecto, se han desarrollado a partir del modelo DRL varios instrumentos que permiten analizar las demandas y recursos. Es el caso del "Cuestionario de demandas y recursos laborales" (Bakker, 2014), que ha sido diseñado por el autor con fines de investigación científica y mide las variables incluidas en la lista no

exhaustiva propuesta en el modelo DRL (Bakker y Demerouti, 2013). Además, puede emplearse para saber cuáles son algunos de los predictores de agotamiento, compromiso y desempeño laboral. Otro de los instrumentos desarrollados a partir del modelo es la escala *"Emotional Job Demands"* propuesta por Xanthopoulou, Bakker y Fischbach (2013), especialmente útil para valorar las demandas laborales en profesionales expuestos a trabajo emocional. Es importante señalar que hasta la fecha de publicación de esta NTP, estas herramientas no han sido validadas en España. En definitiva, la identificación de los recursos y demandas asociados a cada puesto de trabajo requerirá la selección de los instrumentos de evaluación más adecuados a cada caso en particular, en función de los factores a evaluar.

Además, para poner en relación las demandas identificadas con los recursos laborales y personales, de nuevo será de gran utilidad completar la evaluación cuantitativa con técnicas cualitativas como, por ejemplo, la entrevista en profundidad o los grupos focales. Estas técnicas permitirán, no solo profundizar en el conocimiento de las demandas y los recursos laborales de la organización, sino también identificar su posible impacto, tanto negativo (*burnout*, estrés, malestar, etc.) como positivo (*engagement*, satisfacción, bienestar, etc.) sobre las personas trabajadoras.

3. INTERVENCIONES EN DEMANDAS Y RECURSOS LABORALES

Los estudios han demostrado que se logra una mejora en la salud cuando el trabajo es exigente pero se cuenta con recursos, facilitando así el proceso motivacional. Por ello, el modelo DRL plantea que las posibles intervenciones en las organizaciones se dirijan, principalmente, a proponer demandas retadoras y ofrecer a sus trabajadores y trabajadoras suficientes recursos laborales para afrontarlas, permitiendo y fomentando a su vez el desarrollo de los recursos personales.

De esta forma, una intervención basada en el modelo DRL plantearía actuaciones teniendo en cuenta dos dimensiones: el nivel de actuación, que puede ser organizativo o individual, y el objetivo de intervención que puede estar centrado en mejorar el ajuste entre demandas y recursos laborales o potenciar los recursos personales. Si se combinan estos dos ejes, se observan cuatro posibles líneas de intervención (Figura 1):

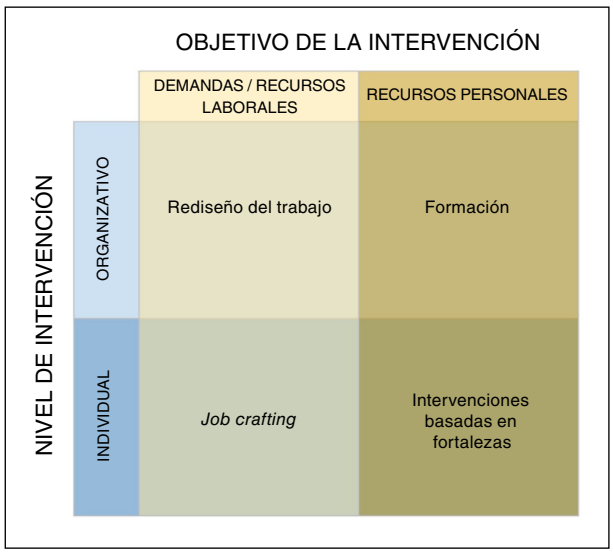


Figura 1. Intervenciones basadas en la teoría DRL. Bakker y Demorouti (2013)

- **rediseño del trabajo**: intervención a nivel organizativo sobre las demandas y recursos laborales;
- **formación**: intervención a nivel organizativo sobre los recursos personales;
- ***job crafting***: intervención a nivel individual sobre las demandas y recursos laborales;
- **intervenciones basadas en fortalezas**: intervención a nivel individual sobre los recursos personales.

Rediseño del trabajo

El rediseño del trabajo implica una intervención estructural de la organización con el objetivo de cambiar el origen del malestar, a través de la actuación sobre las demandas y recursos laborales. Suele suponer un proceso de arriba a abajo que modifica elementos del diseño del trabajo, de las tareas y de los roles, mediante la mejora del contenido, el horario de trabajo, la retroalimentación, el apoyo social, etc.

Job crafting

El *job crafting* se refiere a la introducción de cambios por parte del propio trabajador o trabajadora en ciertas características (físicas, cognitivas o sociales) de su trabajo, sin requerir su rediseño completo (Berg y Dutton, 2008). Siempre y cuando la organización permita y potencie este proceso proactivo, otorgando la suficiente autonomía y permitiendo la participación de las personas trabajadoras, estas pueden modificar activamente el diseño de sus puestos de trabajo mediante, por ejemplo, la elección de tareas, la negociación del contenido del trabajo o la asignación de nuevos significados a las tareas, incidiendo de este modo sobre sus propias demandas y recursos laborales.

Formación

La formación es un instrumento mediante el cual la organización facilita que sus trabajadores y trabajadoras adquieran nuevas habilidades y conocimientos técnicos, lo que potencia de forma indirecta los recursos personales como la autoestima o la autoeficacia. La formación puede también dirigirse de forma directa al desarrollo de los recursos personales. De esta forma, las organizaciones pueden formar a sus empleados para que estén en mejores condiciones para hacer frente a las exigencias del trabajo y se desarrollen personal y profesionalmente.

Intervenciones basadas en fortalezas

Las intervenciones basadas en fortalezas se centran en potenciar aquellos rasgos positivos de la persona que tienen su reflejo en los pensamientos, sentimientos y comportamientos. Existen diversas formas de llevar a cabo estas intervenciones en el ámbito laboral; por ejemplo, se puede informar individualmente sobre las fortalezas más importantes y la frecuencia con las que la usan durante el desarrollo de sus actividades en el trabajo. Si se detecta que las personas no están utilizando sus fortalezas lo suficiente, el siguiente paso sería proporcionar alternativas para que puedan utilizarlas de otra forma. Aunque estas intervenciones están basadas en potenciar los recursos personales a nivel individual, debe ser la organización la que genere las condiciones de trabajo favorables para ello.

En el abordaje de los riesgos psicosociales se deben priorizar las intervenciones sobre las demandas y recur-

sos laborales a través del rediseño del trabajo, puesto que es aquí donde se encuentra el origen de la exposición a riesgos (intervención primaria). Sin embargo, la evidencia científica que avala el modelo DRL revela que la intervención sobre los recursos personales también permite amortiguar los efectos negativos de las demandas potencialmente dañinas que no se hayan podido evitar en origen, del mismo modo que en otros ámbitos de la prevención de riesgos laborales se recurre al uso de equipos de protección individual para minimizar los efectos de eventuales fallos de otras medidas de prevención colectiva prioritarias. El modelo, en su pretensión de dar una explicación a la realidad psicosocial de las organizaciones, tiene en cuenta los recursos personales como atributos de la persona, pero esto no implica que la intervención sobre ellos deba ser meramente individual, sino que, por el contrario, los recursos personales pueden aumentarse mediante una intervención sobre la organización del trabajo. Por ello, los autores proponen intervenir también, tanto a nivel organizativo como individual, sobre los recursos personales, dado que mejoran la respuesta a la exposición a demandas y recursos laborales inadecuados. De cualquier modo, puesto que demandas, recursos laborales y recursos personales interactúan entre sí, se deben combinar las distintas estrategias de intervención para un abordaje eficaz e integral.

4. EJEMPLOS PRÁCTICOS DE GESTIÓN PSICOSOCIAL APLICANDO EL MODELO DRL

Numerosos estudios ponen de manifiesto la importancia de realizar un buen diseño del trabajo y de comprender las necesidades individuales para adaptar las acciones preventivas a las distintas personas. Analizar las demandas y recursos laborales y personales a través del modelo DRL permite identificar matices sensibles a la diversidad, al género, a problemáticas de colectivos y organizaciones específicos, en definitiva, sensibles a la realidad concreta de cada lugar de trabajo. Esta cualidad del modelo facilita el ajuste a las necesidades de las personas que integran las organizaciones, dando lugar a una intervención preventiva más eficaz y eficiente.

Género y diversidad

Por una parte, la aplicación del modelo resulta especialmente interesante para la integración de la perspectiva de género en la gestión de los factores psicosociales de riesgo. En este sentido, en un estudio con trabajadores y trabajadoras de tiendas al por menor se puso de manifiesto que la carga de trabajo y la participación en la toma de decisiones tienen un impacto similar en el bienestar de hombres y mujeres. Sin embargo, el impacto de la estabilidad laboral y las demandas emocionales, sí difiere según el género, afectando en mayor medida a las mujeres (Huang, Xing, y Gamble, 2019). Asimismo, Dubbelt, Rispens y Demerouti (2016) realizaron un importante estudio enmarcado en el modelo en el que examinan la relación entre la discriminación de género y las características del trabajo. Los resultados sugieren que la discriminación de género está relacionada con las demandas y los recursos laborales, de tal manera que las mujeres que perciben ser discriminadas perciben mayores demandas laborales (inseguridad laboral, carga de trabajo y conflicto entre el trabajo y la familia) y menores recursos laborales (oportunidades de desarrollo, retroalimentación del desempeño, apoyo del supervisor y equidad procesal) que los hombres y mujeres que no perciben discriminación, independientemente de la representación numérica de las mujeres dentro de las organizaciones. Estos hallazgos permiten mejorar la comprensión de las condiciones laborales de las mujeres, proporcionando explicaciones para las diferencias de género que se dan en el bienestar y el éxito profesional. Por tanto, las organizaciones deberían evaluar críticamente cómo se distribuyen las demandas y los recursos laborales entre hombres y mujeres con vistas a eliminar las posibles discriminaciones por razón de género al respecto y, por ende, mejorar el bienestar laboral de toda la población trabajadora.

Por otra parte, el modelo ha sido aplicado también de forma muy interesante en atención a la diversidad. Por ejemplo, en relación con población trabajadora con autismo, Haywarda, McVilly y Stokes (2020) profundi-zan en las necesidades individuales de este colectivo y señalan que la intervención debería ir encaminada a amortiguar las demandas laborales, especialmente las que se derivan de interacciones sociales en el entorno laboral, ya que estas tienen un mayor impacto en su bienestar. En ese sentido, proponen llevar a cabo acciones que mejoren las relaciones con la gerencia y supervisores, adaptando roles y promoviendo políticas de diversidad organizativa, pero también proporcionando apoyos externos adicionales a través de programas de asistencia a los trabajadores con autismo. Otros estudios, centrados en la edad, sugieren que las intervenciones dirigidas a personas trabajadoras mayores con patologías crónicas deben ir en la línea de flexibilizar los horarios y favorecer un clima organizativo saludable, ya que son recursos laborales que limitan menos la salud de estos trabajadores (Vanajan, Bültmann, y Henkens, 2020).

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Otro de los contextos en los que la aplicación del modelo DRL se ha mostrado útil es en el del abordaje de los factores psicosociales asociados a las TIC. Su uso intensivo ha modificado sustancialmente las organizaciones y la forma en que se desarrolla el trabajo, con el consecuente impacto en la salud de las personas trabajadoras (ver NTP 1123). El uso de las TIC puede dar lugar a un estado psicológico negativo condicionado por la percepción de desajuste entre las demandas y los recursos, conocido como "Tecnoestrés" (ver NTP 730).

Ante procesos de digitalización en las organizaciones, la intervención sobre los riesgos psicosociales debería partir de una evaluación específica, que valore aspectos tales como los ámbitos de uso de las TIC, la experiencia y/o conocimientos del personal, la adecuación de la TIC al trabajo o la percepción de cambio tecnológico por parte de las personas implicadas. La intervención derivada de dicha evaluación incidirá en la reducción de las altas demandas (como la sobrecarga cuantitativa, la ambigüedad de rol, la rutina, la sobrecarga mental o los obstáculos) y el incremento de los tecno-recursos en el trabajo (la autonomía, el apoyo social o el trabajo en equipo). Además, dado que la relación entre demandas y recursos laborales se encuentra mediada por los recursos personales (como la autoeficacia o la competencia en el uso de las TIC), también se debe actuar sobre ellos para amortiguar el posible efecto negativo de la digitalización sobre la salud de las trabajadoras y trabajadores.

Ámbito sanitario

El modelo DRL ha sido ampliamente utilizado para realizar estudios sobre el colectivo de profesionales de la sanidad. Las elevadas demandas emocionales, unidas a la carga del trabajo que desarrollan, hacen que la aplicación del modelo sea especialmente interesante, dado que dichos colectivos se encuentran en una situación de alto riesgo de desarrollar agotamiento y *burnout*, entre otros. En muchos casos, las situaciones estresantes que se producen en el sector sanitario, especialmente las relacionadas con los pacientes, son difíciles o imposibles de reducir. Por ello, las intervenciones que se proponen van encaminadas a:

1. Reducir demandas, especialmente las relacionadas con el tiempo de trabajo (por ejemplo reducir la presión temporal).
2. Mejorar recursos laborales:
   a) Algunos estudios muestran que las personas encargadas de la supervisión desempeñan un papel esencial para aliviar el agotamiento del personal sanitario y recomiendan fomentar una actitud de apoyo y un liderazgo eficaz en las organizaciones (Chen y Chen, 2018).
   b) Promover un clima de apoyo social entre compañeros, lo que da lugar a un mayor compromiso laboral y satisfacción y reduce el posible efecto negativo de las altas demandas, especialmente el agotamiento (Orgambídez-Ramos y de Almeida, 2017).

Además, estas medidas podrían promover una mejora de la calidad de la atención y reducir la intención de rotación en el personal sanitario.

Por otra parte, diversos estudios que aplican el modelo DRL en el sector sanitario (Hakanen, Seppälä y Peeters 2017, Grover, et. al, 2016) señalan que los enfoques de abajo hacia arriba, en los que las medidas preventivas ponen el foco sobre los recursos personales, también pueden ser eficaces para prevenir el agotamiento y mejorar el compromiso laboral. Dado que, como se ha comentado, la reducción de las demandas emocionales no es posible en muchos casos, resulta especialmente interesante desarrollar intervenciones para potenciar o entrenar recursos personales como el j*ob-crafting,* la resiliencia o la atención plena, ya que se han mostrado eficaces como elementos preventivos para atenuar los efectos negativos de las demandas laborales.

En definitiva, del modelo DRL no se derivan propuestas universales para intervenir sobre los factores de riesgo psicosocial, pero posibilita la necesaria adaptación a las particularidades de cada organización, constituyendo un instrumento útil para el diseño de intervenciones eficaces.

BIBLIOGRAFÍA

BAKKER, A.B. The Job Demands-Resources Questionnaire. En *Work and Wellbeing: Wellbeing: A Complete Reference Guide.* Rotterdam: Erasmus University, 2014, vol. 3, pp. 1-28. doi: 10.1002/9781118539415.wbwell019

BAKKER, A.B. y DEMEROUTI, E. La teoría de las demandas y los recursos laborales. En *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones.* 2013, vol. 29, no. 3, pp. 107-115. doi: 10.5093/tr2013a16

BAKKER, A. B., HAKANEN, J. J., DEMEROUTI, E. Y XANTHOPOULOU, D. Job resources boost work engagement, particularly when job demands are high. En *Journal of Educational Psychology.* 2007, vol. 99, no. 2, pp. 274-284. doi:10.1037/0022-0663.99.2.274

BAKKER, A. B., DEMEROUTI, E. Y EUWEMA, M. C. Job resources buffer the impact of job demands on burnout. En *Journal of Occupational Health Psychology*. 2005, vol. 10, no. 2, pp. 170-180. doi:10.1037/1076-8998.10.2.170

BAKKER, A. B., DEMEROUTI, E., DE BOER, E. Y SCHAUFELI, W. B. Job demands and job resources as predictors of absence duration and frequency. En *Journal of Vocational Behavior.* 2003, vol. 62, no. 2, pp. 341-356. doi: 10.1016/S0001-8791(02)00030-1

CHEN, S., CHEN, C. Antecedents and consequences of nurses' burnout: Leadership effectiveness and emotional intelligence as moderators. En *Management Decision*. 2018, vol. 56 no. 4, pp. 777-792. doi: 10.1108/MD-10-2016-0694

DUBBELT, L. Y RISPENS, S. Y DEMEROUTI, E. Gender discrimination and job characteristics. En *Career Development International.* 2016, vol. 21 no. 3, pp. 230-245. doi: 10.1108/CDI-10-2015-0136

GROVER, SL., TEO STT., PICK D., ROCHE M. Mindfulness as a personal resource to reduce work stress in the job demands-resources model. En *Stress Health*. 2017, vol. 33, nº 4, pp. 426-436. doi: 10.1002/smi.2726.

HAKANEN J.J., SEPPÄLÄ P., PEETERS M. High Job Demands, Still Engaged and Not Burned Out? The Role of Job Crafting..En *International Journal of Behavioral Medicine* 2017, vol. 24, no 4, pp. 619-627. doi: 10.1007/s12529-017-9638-3

HAYWARDA, S., MCVILLYB, K. STOKES, M. Sources and impact of occupational demands for autistic employees. En *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2020, vol. 76, pp. 101571. doi: 10.1016 / j.rasd.2020.101571

HUANG, QH, XING, YJ Y GAMBLE, J. Job demands-resources: a gender perspective on employee well-being and resilience in retail stores in China. En International Journal of Human Resource Management. 2019, vol. 30, no. 8, pp. 1323-1341. doi: 10.1080/09585192.2016.1226191

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. *NTP 926. Factores psicosociales: metodología de evaluación.* Madrid, INSHT, 2012. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326879/926w.pdf/cdecbd91-70e8-4cac-b353-9ea39340e699

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. *NTP 1123: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (II): factores de riesgo psicosocial asociados a las nuevas formas de organización del trabajo.* Madrid, INSHT, 2018. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/566858/ntp-1123.pdf/acb83bc7-e6d5-4ffa-ab7c-f05e68079ffb

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO *NTP 730: Tecnoestrés: concepto, medida e intervención psicosocial.* Madrid, INSHT, 2006. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_730.pdf/55c1d085-13e9-4a24-9fae-349d98deeb8a

ORGAMBÍDEZ-RAMOS, A., DE ALMEIDA, H. (2017). Work engagement, social support, and job satisfaction in Portuguese nursing staff: A winning combination. En *Applied nursing research. Vol.36*, pp. 37–41. doi: 10.1016/j.apnr.2017.05.012

VAN VELDHOVEN, M., VAN DEN BROECK, A., DANIELS, K., BAKKER, A.B., TAVARES, S.M. AND OGBONNAYA, C. Challenging the Universality of Job Resources: Why, When, and For Whom Are They Beneficial? En *Applied Psychology*. 2020, vol. 69, no. 1 5-29. doi: 10.1111/apps.12211

VANAJAN, A., BÜLTMANN, U. Y HENKENS, K. Health-related Work Limitations Among Older Workers the Role of Flexible Work Arrangements and Organizational Climate. En *The Gerontologist*. 2020, vol. 60, no. 3, 4pp. 450-459. doi: 10.1093/geront/gnz073

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.168

Pérdida de carga asociada a muestreadores y elementos de retención en el muestreo de agentes químicos

Pressure drop associated with samplers and collection substrates during sampling of chemical agents
Perte de charge associée aux échantillonneurs et aux éléments de rétention lors de l'échantillonage d'agents chimiques

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Diana Torremocha García

Beatriz Martín Pérez

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSST

Esta NTP proporciona información que facilita el trabajo a desarrollar por el Técnico de Prevención en la estrategia de muestreo para la realización de mediciones en la evaluación de agentes químicos. El conocimiento de la pérdida de carga que aporta el conjunto muestreador y elemento de retención facilita la selección de la bomba para que la medición sea fiable.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los métodos empleados para realizar la evaluación de los riesgos derivados de la exposición laboral por inhalación a un agente químico conlleva la medición de las concentraciones del agente químico en aire para su comparación con el valor límite ambiental (VLA) (Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo).

La realización de estudios toxicológicos y epidemiológicos para determinadas sustancias ha dado lugar a la reducción de los VLA de las mismas, haciendo necesario obtener mayores volúmenes de muestreo que los que se venían utilizando hasta ahora que permitan asegurar la fiabilidad de la medición, lo que implica aumentar el caudal y/o el tiempo de muestreo.

Debido a esto, las características en lo que se refiere al tiempo de autonomía de funcionamiento y al mantenimiento del caudal con la variación de la pérdida de carga de las bombas de muestreo han de adaptarse a estas nuevas exigencias, siendo la selección de las mismas una parte fundamental dentro de la estrategia previa a la realización del muestreo.

Para una correcta selección de la bomba hay que tener en cuenta varios factores: el tipo de muestreo (ambiental o personal), los agentes químicos presentes en el aire y sus características, los valores límite y su período de referencia, la fracción a muestrear si se trata de un aerosol (respirable, torácica o inhalable), el elemento de retención que se va a utilizar, los caudales y tiempos de toma de muestras recomendados en el método y las condiciones ambientales durante el muestreo.

El aspecto que más va a influir en la elección de la bomba de muestreo es el conjunto de muestreador y elemento de retención, que proporciona una pérdida de carga que puede llegar a imposibilitar la realización del muestreo, si no se ha tenido en cuenta previamente. A efectos de esta NTP, se consideran muestreadores los dispositivos que captan el agente químico presente en el aire que lo rodea, ya sean los tubos empleados en el muestreo de gases y vapores (figura 1) o los diversos dispositivos empleados en el muestreo de materia particulada (figura 2). El término "elemento de retención" en este documento se aplica tanto a los diversos rellenos de los tubos de muestreo de gases y vapores donde el contaminante queda adsorbido, como a los filtros y espumas que se colocan en el muestreador, donde se deposita el agente químico.

La pérdida de carga viene definida en la norma UNE-EN-ISO 13137 como "la diferencia entre la presión ambiente y la presión en la entrada de la bomba, para un caudal constante". La pérdida de carga también se denomina caída de presión y se mide con un medidor de presión diferencial a través del muestreador, el elemento de retención y el tubo.

Las unidades de medida de la pérdida de carga son, por tanto, unidades de presión, como los kilopascales (kPa) que aparecen en las normas europeas, las pulgadas de agua (" H_2O) que aparecen en los manuales de instrucciones de los fabricantes de bombas estadounidenses o los milibares (mbar) que muestran algunos medidores de presión diferencial. La equivalencia entre estas unidades se muestra en la ecuación [1]:

$$1 \text{ mbar} = 0{,}4 \text{ " } H_2O = 0{,}1 \text{ kPa} \qquad [1]$$

Es importante tener en cuenta que la pérdida de carga va a variar según varíe el caudal. En muestreadores que se puedan utilizar a distintos caudales, es fundamental, por tanto, conocer la pérdida de carga correspondiente al caudal al que se va a muestrear. En los manuales de instrucciones de las bombas de muestreo aparece la pérdida de carga máxima que soporta la bomba a unos caudales determinados. En algunas ocasiones, aparecen también varios valores para un mismo caudal, uno de ellos para un tiempo determinado, generalmente de 8 horas de funcionamiento de la bomba. Por otro lado, esta pérdida de carga máxima soportada por la bomba cuando se adquiere, va a ir disminuyendo con el paso del tiempo. La prueba para

verificar el mantenimiento del caudal con la variación de la pérdida de carga, establecida en el punto 7.10 de la norma UNE-EN-ISO 13137, va a permitir verificar si se mantienen estos parámetros o si hay que limitar el uso de la bomba a una pérdida de carga menor que la indicada por el fabricante. Es posible que en otros caudales la bomba no haya perdido capacidades y la limitación sólo afecte a determinados caudales. Estos condicionantes tendrán que tenerse en cuenta para seleccionar la bomba con la que implementar la estrategia de muestreo.

Otra consideración que se debe valorar en el muestreo de agentes químicos es que la pérdida de carga inicial aportada al comienzo del muestreo se va a ir incrementando a medida que se vaya depositando el agente químico en el elemento de retención, ya que el paso del aire se va obstruyendo, por lo que habrá que contar con un margen suficientemente amplio de la pérdida de carga máxima que soporta la bomba a ese caudal y la inicialmente aportada en el muestreo, que permita seguir manteniendo el caudal dentro del límite de variación de ± 5% que indica la norma UNE-EN-ISO 13137 respecto del caudal inicial.

Los caudales se verifican al inicio y al final del muestreo, generalmente con muestreadores y elementos de retención sin cargar, pero se debe tener en cuenta que, durante la toma de muestras, la pérdida de carga va incrementándose. Actualmente existen en el mercado bombas que sí permiten mantener el control tanto del caudal como de la pérdida de carga durante el proceso de toma de muestras, lo que serviría al técnico de prevención para verificar si la pérdida de carga se está aproximando al límite tolerado por la bomba y adoptar las medidas pertinentes, como reducir el tiempo de muestreo o realizar muestreos consecutivos.

Por último, dentro de los cuatro aspectos que influyen en el cálculo de la incertidumbre del volumen de aire muestreado, se encuentran la estabilidad del caudal durante la toma de muestras y la variabilidad de las lecturas en la verificación del caudal de la bomba. Por tanto, la incertidumbre del muestreo también se va a ver afectada por la pérdida de carga que aporte el conjunto muestreador y elemento de retención.

2. MUESTREADORES Y ELEMENTOS DE RETENCIÓN

En el proyecto llevado a cabo por el INSST, se han realizado ensayos tanto para el muestreo de materia particulada como para el de gases y vapores, eligiendo aquellos muestreadores y elementos de retención que se han considerado más representativos, indicados en los Métodos de toma de muestras y análisis (MTA) elaborados por el INSST y que son de uso habitual en las mediciones de agentes químicos.

Materia particulada

Para la toma de muestras de materia particulada, en primer lugar se debe considerar la fracción de interés (inhalable, torácica o respirable), definida según la Norma UNE-EN 481, para la que está establecido el límite de exposición profesional, ya que va a influir decisivamente en el muestreador a utilizar.

La pérdida de carga generada por el conjunto muestreador – elemento de retención va a depender de la geometría del muestreador, del caudal del mismo y del elemento de retención. Los muestreadores de fracciones generalmente pueden ser utilizados con elementos de retención de diferentes tipos o características, por lo que es importante conocer sus aplicaciones y limitaciones. Los elementos de retención son principalmente filtros que pueden ser de fibra o de membrana porosa, aunque también se utilizan algunos tipos de espumas.

En el caso de los filtros, el material del filtro, el tamaño de poro, el grosor y el área efectiva de la superficie del filtro son un contribuyente importante para la pérdida de carga y pueden influir en el rendimiento de la bomba de muestreo. Además, los soportes de filtros o las mallas de soporte de filtro también pueden contribuir a la resistencia al flujo.

El método de determinación analítica de la muestra establece el elemento de retención a utilizar.

En la tabla 1 se identifican los muestreadores para partículas que se han utilizado, los filtros que se pueden utilizar con dichos muestreadores según el agente químico a muestrear y algunos ejemplos de uso.

Tabla 1. Lista no exhaustiva de muestreadores/elementos de retención de materia particulada.

MUESTREADOR	CAUDAL (l/min)	TAMAÑO FILTRO	TIPO DE FILTRO[1]	FRACCIÓN DE INTERÉS
IOM (Plástico o acero inoxidable)	2	25 mm	PVC FV MCE PTFE NC Policarbonato Gelatina	Fracción inhalable
PGP-GSP 3,5	3,5	37 mm		
BUTTON[2]	4	25 mm		
GK2.69	1,6	37 mm		Fracción torácica
CICLÓN PLÁSTICO	2,2 o 3	37 mm		Fracción respirable
PPI	4	37 mm		
GK2.69	4,2	37 mm		
SIOUTAS	9	25/37 mm (5 filtros, 4 de 25 mm y 1 de 37 mm)	25 PTFE (teflón 3 µm) 25 PTFE (0,5 µm) 37 PTFE (teflón 2 µm)	Recoge cinco fracciones de materia particulada (> 2,5 µm, 1-2,5 µm, 0,5-1 µm, 0,25-0,5 µm,<0,25 µm)
MUESTREADOR DE FIBRAS EN AIRE	0,5-16	25 mm	MCE, NC (0,8 - 1,2 µm)	Fibras de amianto en aire

1 PVC: cloruro de polivinilo, FV: fibra de vidrio, MCE: membrana ésteres de celulosa, PTFE: politetrafluoroetileno, NC: nitrato de celulosa

2 Para todos los filtros utilizados con el muestreador Button se recomienda un tamaño de poro ≥ 1 µm

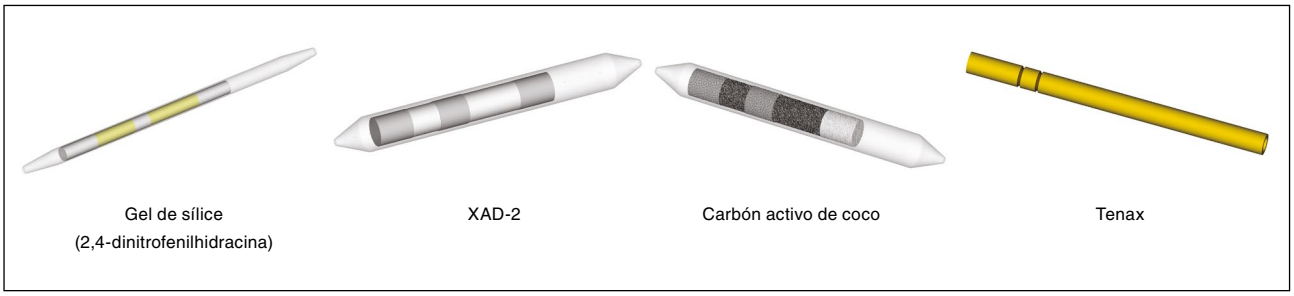


Figura 1. Ejemplos de muestreadores de gases y vapores.

Gases y vapores

En el caso de los muestreadores de gases y vapores, los factores que pueden influir en la pérdida de carga son el caudal de muestreo, el tamaño de grano, el tipo y cantidad del adsorbente, la impregnación de reactivos, los separadores de las partes A y B y la geometría y material del muestreador.

En la tabla 2 se identifican los tubos que se han utilizado y algunos de los compuestos más comunes a analizar para los distintos elementos de retención.

Tabla 2. Lista no exhaustiva de muestreadores de vapores orgánicos.

ELEMENTO DE RETENCIÓN (ADSORBENTE)	TIPOS DE COMPUESTOS MÁS COMUNES A ANALIZAR[1]
Anasorb CSC **Carbón activo de coco**	Cetonas, alcoholes, hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos halogenados, ésteres
Anasorb 708 **Chromosorb 108** **Amberlite XAD 8**	Ácidos acrílicos
Anasorb 747 **Carboxen 564**	Éteres de glicol, fluoranos, hidrocarburos aromáticos
Gel de sílice activada **Gel de sílice activada con fibra de vidrio** **Gel de sílice (2,4-dinitrofenilhidracina)** **Gel de sílice (ácido sulfúrico)**	Ácidos inorgánicos, aminas alifáticas y aromáticas, cetonas, compuestos orgánicos e inorgánicos halogenados, formaldehído
Alúmina	Aminas
XAD-2 **Supelpak 20** **Amberlite XAD-2**	Hidrocarburos aromáticos polinucleares, policlorobencenos, compuestos aromáticos policíclicos, metacrilatos, aldehídos
XAD-7 **Supelpak 70** **Amberlite XAD-7**	Glicoles, alcoholes, anilinas, acrilatos
Porapak Q	Ácidos orgánicos, hexanonas
Tenax	Ftalatos, acrilatos, compuestos organohalogenados, hidrocarburos aromáticos

1 No todos los compuestos de los grupos mencionados se pueden adsorber con el elemento de retención indicado.

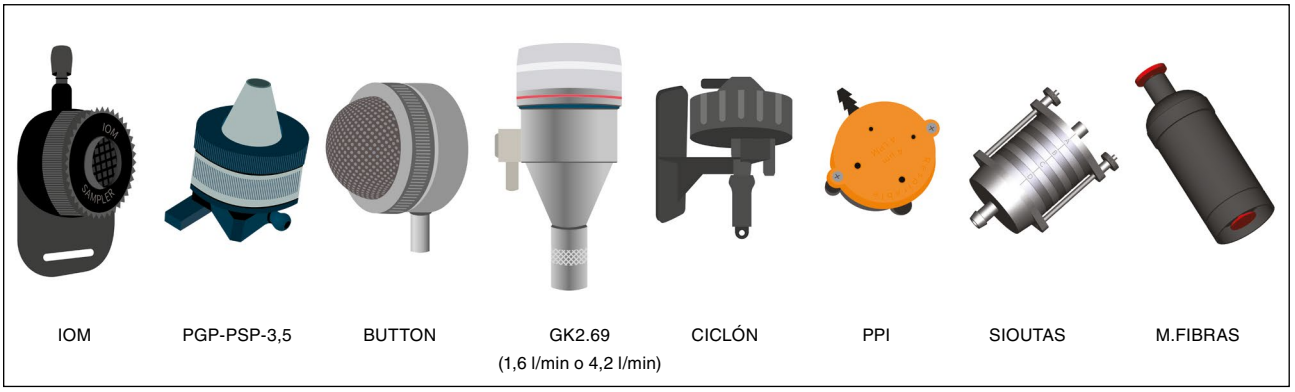


Figura 2. Ejemplos de muestreadores de materia particulada.

3. DESARROLLO DEL PROCESO

Las pruebas para determinar la pérdida de carga se han realizado en una sala con una atmósfera limpia, climatizada a 20°C. Para controlar las condiciones ambientales y el tiempo de estabilización, se ha utilizado un termohigrómetro calibrado y un cronómetro.

Para obtener todos los caudales requeridos por los muestreadores ensayados se han utilizado cuatro bombas para las pruebas, tres tipo P (para partículas) y una tipo G (para gases y vapores), que cumplen con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 13137, entre los que se encuentra la realización de la prueba establecida en el punto 7.10 para verificar la estabilidad del caudal con el aumento de la pérdida de carga.

Para la medición de la pérdida de carga se ha recurrido a un medidor de presión diferencial de exactitud 0,25%, función de ajuste de autocero y rango de medición ± 1.999 mbar.

En el caso de muestreadores que, por su morfología, no pueden ser conectados directamente al medidor de caudal sin adaptadores adicionales, se ha realizado la prueba con una cámara de calibración.

Se han empleado dos medidores de caudal primarios, uno de ellos de tipo burbuja y el otro de pistón, verificados según los requisitos de la norma UNE-EN-ISO 13137.

Para que los datos obtenidos no se vean influenciados por ningún otro factor externo y sean lo más representativos posible, únicamente se ha variado el fabricante y el lote del filtro/tubo. El resto de elementos empleados en cada prueba han sido siempre los mismos. Las conexiones entre los distintos elementos se han realizado con tubos de Tygon de longitud y diámetro interno lo más reducido posible en cada caso.

El procedimiento empleado ha sido el siguiente:

- Para el caso de materia particulada, se montan seis muestreadores con el mismo tipo de elemento de retención. Para gases y vapores se abren seis tubos iguales.
- Se colocan los elementos a utilizar siguiendo el orden establecido en la figura 3, y que se muestran en las figuras 4 y 5.
- Se calibra la bomba con el muestreador y caudal a ensayar.
- Una vez calibrada la bomba, se deja funcionando un periodo de estabilización de cinco minutos y se comprueba la pérdida de carga que aporta el muestreador.
- Se repite el paso anterior con los cinco muestreadores restantes.

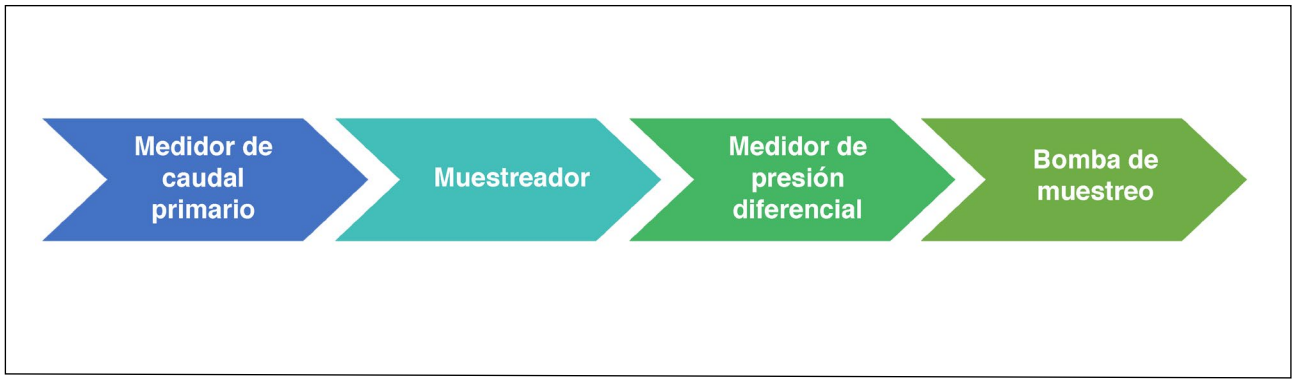


Figura 3. Montaje necesario para realizar la prueba de la pérdida de carga aportada por los muestreadores.

Figuras 4 y 5. Montaje realizado para ensayar la pérdida de carga aportada por los muestreadores de gases y vapores y de materia particulada.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos tanto para muestreadores de materia particulada (tabla 3) como para muestreadores de vapores y gases (tabla 4). La pérdida de carga se muestra como un rango en kPa correspondiente al valor mínimo y máximo obtenido para cada muestreador y elemento de retención analizado.

Tabla 3. Rangos de pérdidas de carga en kPa asociadas a diversos caudales, muestreadores de materia particulada, materiales y tamaño de poro de los filtros.

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO (µm)	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
IOM plástico o acero inoxidable	25	0,8	MCE	2	2,9 - 4,4
		1	FV		1,3 - 1,6
		5	PVC		0,9 - 1,1
Button	25	0,8	MCE	4	6,2 - 8,0
		1	FV		1,5 - 2,4
		5	PVC		1,4 - 4,1
PGP-GSP 3,5	37	1	FV	3,5	1,2 - 1,3
		2	PTFE		0,8 - 0,9
		5	PVC		1,8 - 1,9
GK 2,69	37	-	FV	1,6	0,3 - 0,9
		0,8	NC		0,6 - 0,9
		2	PTFE		0,3 - 0,5
		5	PVC		0,2 - 0,8
Ciclón SKC	37	5	PVC	3	0,9 - 1,0
GK 2,69	37	-	FV	4,2	1,0 - 2,5
PPI	37	0,8	NC	4	2,0 - 2,7
		2	PTFE		1,0 - 3,2
		5	PVC		1,5 - 2,0
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1
		1,2	NC	0,5	0,7 – 0,9
				1	1,3 – 1,7
				2	2,4 – 3,1
				4	4,1 – 4,9
				6	6,6 – 7,6
				7	6,6 – 7,6
Sioutas	37/25	2/0,5	PTFE	9	8,0 - 10,6

Tabla 4. Rangos de pérdidas de carga en kPa asociadas a diversos caudales, muestreadores de gases y vapores y material de relleno (adsorbente)

ADSORBENTE	mg DE ADSORBENTE (parte A/parte B)	CAUDAL (ml/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Anasorb CSC Carbón activo de coco	100/50	50	0,1 - 0,3
		200	0,5 - 0,8
Anasorb 708 Chromosorb 108 Amberlite XAD 8	100/-	50	0,1
		200	0,5 - 0,6
	400/200	50	0,2
		200	0,7 - 0,8
Anasorb 747 Carboxen 564	140/70	50	0,1 - 0,2
		200	0,4 - 0,5
Gel de sílice	100/50	50	0,1
		200	0,4 - 0,5
	150/75	50	0,2 - 0,3
		200	0,8 - 1,1
	300/150	50	0,2 - 0,3
		200	0,7 - 0,9
Gel de sílice (especialmente limpia)	400/200	50	0,4 - 0,8
		200	1,8 - 2,5
Gel de sílice (2,4-dinitrofenilhidracina)	300/150	50	0,3 - 0,5
		200	1,2 - 2,0
Gel de sílice (ácido sulfúrico)	200/100	50	0,1 - 0,2
		200	0,4 - 0,7
Alúmina	400/200	50	0,1
		200	0,2 - 0,3
XAD-2 Supelpak 20 Amberlite XAD-2	100/50	50	0,1
		200	0,3
	400/200	50	0,1
		200	0,4 - 0,6
XAD-2 Supelpak 20 Amberlite XAD-2 (2-hidroximetil piperidina)	120/60	50	0,2 - 0,3
		200	1,2 - 1,3
XAD-7 Supelpak 70 Amberlite XAD-7	100/50	50	0,2
		200	0,8 - 0,9
XAD-7 Supelpak 70 Amberlite XAD-7 (ácido fosfórico)	80/40	50	0,1
		200	0,4 - 0,6
Porapak Q	150/75	50	0,2 - 0,3
		200	1,1 - 1,2
Tenax TA[1]	80/60 mallas	50	1,1 - 1,2
		200	4,2 - 4,8

1 Tubos de acero inoxidable, de 89 mm de longitud, 6,4 mm de diámetro externo y 5 mm de diámetro interno.

5. CONCLUSIONES

Para realizar una adecuada toma de muestra que evite errores durante su desarrollo, es necesario tener en cuenta la pérdida de carga aportada por el conjunto del muestreador y el elemento de retención que se vaya a utilizar. En caso de no tener en cuenta este aspecto, la bomba puede ser incapaz de alcanzar el caudal necesario y/o mantenerlo durante el tiempo que dure el muestreo, lo que puede hacer que la medición no sea fiable y representativa o llegar a invalidarla. Para ello se puede medir previamente la pérdida de carga por el técnico que está planteando la estrategia de muestreo o recurrir a los datos proporcionados por esta NTP o a otras fuentes fiables, como el anexo D de la norma UNE-EN-ISO 13137. El dato de pérdida de carga en las condiciones en las que se está estudiando realizar el muestreo se debe comparar con los datos de pérdida de carga máxima que soporta la bomba que se pretende utilizar al caudal de muestreo que se quiera emplear, y que se indican en el manual de instrucciones de la bomba. También se pueden utilizar, para su comparación con la pérdida de carga teórica que aporta el muestreador y elemento de retención, los datos proporcionados por la realización de la prueba de mantenimiento del caudal con la variación de la pérdida de carga si se dispone de ellos. En cualquier caso, siempre se tiene que tener en cuenta que los datos empleados son aproximaciones teóricas para plantear una situación en la estrategia de muestreo lo más ajustada posible a la realidad, que puede variar por otros condicionantes cuando se realice el muestreo.

La pérdida de carga máxima que soporte la bomba debe ser siempre mayor que la teórica del muestreo. Además, será necesario disponer de un margen que permita a la bomba mantener ese caudal inicial durante el muestreo, ya que, a medida que el agente químico se va depositando o adsorbiendo sobre el elemento de retención, este se va saturando. La consecuencia es que la pérdida de carga inicial va a aumentar durante el muestreo y, por tanto, la exigencia a la bomba con la que se está realizando el muestreo se incrementará. Si se alcanza un punto en el que la pérdida de carga sea tan alta que la bomba no pueda mantener el caudal dentro del 5% de variación respecto al inicial, la bomba se parará, con las consecuencias que puede conllevar para el muestreo.

Las características de las bombas en el momento en que se adquieren van a variar en función del uso y las exigencias que se le hayan requerido. Si se han utilizado habitualmente en condiciones muy exigentes de pérdida de carga, cerca de los límites a los que puede llegar la bomba, su vida útil se verá reducida. Esto se puede controlar mediante la realización de pruebas periódicas en las que se determine qué pérdida de carga máxima soporta la bomba en las condiciones de uso habituales (caudal, tiempo…), determinadas en la norma UNE-EN-ISO 13137. En función de los resultados de dichas pruebas, se pueden adoptar medidas destinadas a alargar la vida útil de las bombas, como limitar su uso a determinados caudales, pérdidas de carga y/o tiempos de muestreo, mantenimiento de las baterías, etc.

Por último, hay que tener en cuenta que los datos de pérdida de carga pueden diferir respecto a los proporcionados en esta NTP, ya que esta varía ligeramente en función de diversos factores, como el fabricante del muestreador, el lote utilizado, la mayor o menor apertura de los tubos, por lo que los datos proporcionados en esta NTP se pueden utilizar para esa aproximación teórica anteriormente mencionada, sin perjuicio de la consulta a la información aportada por el fabricante o sumistrador de los equipos o materiales utilizados.

BIBLIOGRAFÍA

Listado de métodos de toma de muestras y análisis (MTA) del INSST.

UNE-EN 481:1995 Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles

UNE-EN ISO 13137:2013. Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para muestreo personal de agentes químicos y biológicos. Requisitos y métodos de ensayo.

CR-01/2006: Criterios y recomendaciones. Bombas para el muestreo personal de agentes químicos.

CR-03/2006: Criterios y recomendaciones. Toma de muestra de aerosoles. Muestreadores de la fracción inhalable de materia particulada.

NTP 764. Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (II): muestreadores personales de la fracción del aerosol.

NTP 765. Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (III): muestreadores de la fracción torácica, respirable y multifracción.

NTP 777. Bombas de muestreo personal para agentes químicos (I): recomendaciones para su selección y uso.

NTP 778. Bombas de muestreo personal para agentes químicos (I): verificación de las características técnicas.

NTP 799. Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (IV): selección del elemento de retención.

NTP 800. Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (V): recomendaciones para la toma de muestras de aerosoles.

NTP 814. Evaluación de la exposición laboral a aerosoles: el muestreador IOM para la fracción inhalable.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 118-20-027-6