AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.101

Equipos de detección de presencia de personas (I): selección de cortinas fotoeléctricas

Protective equipment to detect the presence of persons (I): Light curtains - Selection
Équipements de protection à la détection de la présence de personnes (I): Barrière immatérielle - Sélection

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Jorge Sanz Pereda
CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSSBT

Este documento proporciona información sobre la utilización de equipos de protección que emplean dispositivos sensibles para detectar la presencia momentánea o continua de personas o de partes de ellas. Su finalidad es proteger a esas personas de las partes peligrosas de las máquinas en aplicaciones industriales. En particular, esta NTP facilita información para equipos de protección electrosensibles (ESPEs) y, en concreto, para cortinas fotoeléctricas (AOPDs). Dada la extensión del tema a tratar, se ha considerado oportuno dividir el documento en dos partes. En esta primera parte se trata de especificar los requisitos para su selección y las formas de utilización. Los requisitos para su posicionamiento y configuración se tratan en la NTP 1.102.

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. MARCO NORMATIVO Y LEGAL

La normativa de comercialización actual en relación con las máquinas nuevas fabricadas en la Unión Europea y a las nuevas o usadas procedentes de terceros países, está contenida en la Directiva «Máquinas» 2006/42/CE, transpuesta al derecho nacional por el RD 1644/2008, de 10 de octubre, que sustituyó a la anterior a partir del 29 de diciembre de 2009.

La Directiva «Máquinas» 2006/42/CE incluye dentro de su campo de aplicación a una serie de productos, entre los que se encuentran los «componentes de seguridad» en los que se enmarcan los «dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas».

Además, hay que señalar que estos «dispositivos» pertenecen al Anexo IV de dicha directiva (ítem 19 del A nexo), con lo que ello supone en lo que respecta a su proceso de certificación. Concretamente, una «cortina fotoeléctrica», al carecer de norma armonizada que dé presunción de conformidad con la Directiva Máquinas, deberá pasar uno de los dos procedimientos de certificación por una «tercera parte» disponible y descrita en el apartado 4 del artículo 12 de dicha directiva.

En consecuencia, una cortina fotoeléctrica debe comercializarse con su correspondiente Declaración CE de conformidad, su marcado CE y su manual de instrucciones.

Desde el punto de vista de la utilización, la normativa a tener en cuenta para estos dispositivos está contenida en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio; en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en particular, se trata el tema en el Anexo I, apartado 1, punto 8 de dicho real decreto, según el cual «cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas».

En este punto, se indica que los resguardos y los dispositivos de protección:

a) Serán de fabricación sólida y resistente.
b) No ocasionarán riesgos suplementarios.
c) No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
d) Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
e) No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
f) Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

Adicionalmente, se pueden indicar como normas de interés relacionadas con estos dispositivos las siguientes: UNE-EN ISO 12100:2012; UNE-EN ISO 13855:2011; UNE-EN 61496-1:2014; UNE-EN 61496-2:2013 y la PNE-prEN 62046.

2. DEFINICIONES

- **Equipo de protección electrosensible** (ESPE): es una unión de dispositivos o de componentes trabajando conjuntamente con fines de protección o de detección de presencia que comprende como mínimo:
  - Dispositivos de detección.
  - Dispositivos de mando/control.
  - Dispositivos de conmutación de la señal de salida (OSSD).
- **Dispositivo de protección optoelectrónico activo** (AOPD): es un tipo de ESPE cuya función de detección se lleva a cabo por elementos emisores y receptores optoelectrónicos que detectan la interrupción de las radiaciones ópticas generadas dentro del dispositivo.

Dicha interrupción estará provocada por un objeto opaco (por ejemplo, una persona o parte de una persona) presente en la zona de detección especificada del dispositivo.

- **Cortina fotoeléctrica** (también denominada barrera fotoeléctrica o barrera inmaterial): es un tipo de AOPD compuesto por elementos emisores y elementos receptores integrados conjuntamente, que conforman una **zona de detección** con una específica **capacidad de detección** suministrada por el fabricante (figura 1). Cuando una persona o parte de una persona interrumpe uno o más haces, el receptor ya no recibe el haz emitido y se genera una señal de salida (OSSD), que se utiliza para detener las funciones peligrosas de la máquina o impedir su puesta en marcha.

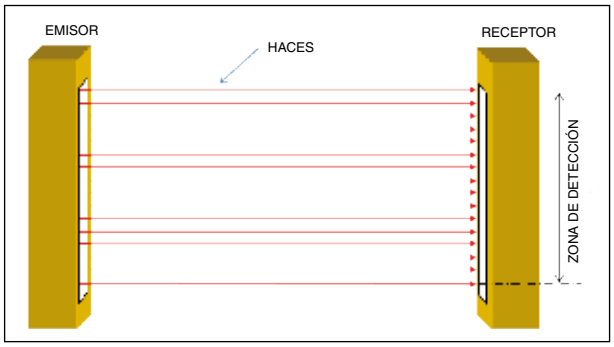


Figura 1. Cortina fotoeléctrica – zona de detección.

- **Zona de detección** es el área definida (bidimensional) donde la cortina fotoeléctrica detectará a la persona o a una parte de ella.
- **Capacidad de detección** (a la que los fabricantes llaman resolución): es la dimensión más pequeña, especificada por el fabricante, que es capaz de detectar la cortina fotoeléctrica expresada en milímetros y que causará la actuación del dispositivo (una capacidad de detección de 14 mm equivale a la detección de un dedo y una de 30 mm a la detección de una mano). El fabricante estará obligado a suministrar, junto a la cortina fotoeléctrica, una pieza de ensayo de un diámetro igual a la capacidad de detección especificada para efectuar las comprobaciones pertinentes del correcto funcionamiento de la cortina.
  La capacidad de detección es la suma de la distancia entre los haces de la cortina y el diámetro de un haz, lo que garantiza que un objeto de este tamaño siempre interrumpirá al menos un haz y será detectado (figura 2).

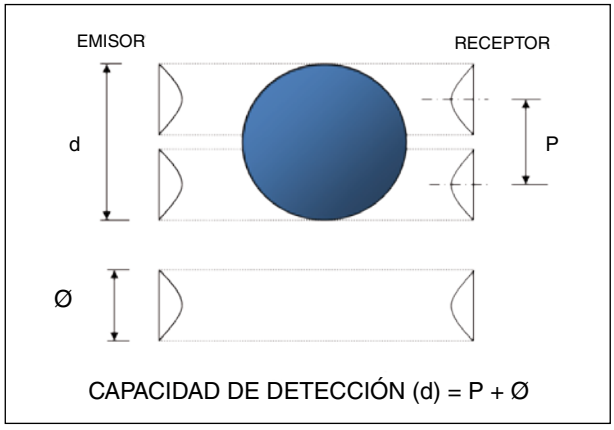


Figura 2. Capacidad de detección – pieza de ensayo.

La fiabilidad de la capacidad de detección y las prestaciones de seguridad de la cortina dependerán del tipo de ESPE seleccionado (para más información véase la norma UNE EN 61496-1).
Así para las cortinas fotoeléctricas (AOPD) se definen dos tipos:

- ESPE tipo 2, que emplea un ensayo periódico para detectar fallos peligrosos y que puede fallar a peligro ante un fallo simple producido en el periodo entre ensayos, por lo que **no** es un tipo adecuado para aplicaciones que demanden una reducción media o alta del riesgo.
- ESPE tipo 4, que está diseñado para no fallar a peligro ante un fallo simple ni ante una acumulación de fallos, por lo que es un tipo adecuado para aplicaciones que demanden una reducción media o alta del riesgo.

Para ambos tipos existen, además, requisitos de diseño relativos a sus características ópticas (máximo ángulo de apertura del haz), a su comportamiento ante las perturbaciones electromagnéticas y ante las interferencias lumínicas (luz solar, lámparas variadas, otros AOPD), así como requisitos de alineamiento y de montaje para evitar que posibles superficies reflectantes puedan influir en sus prestaciones como dispositivo de seguridad.
La norma (no armonizada) de producto para las cortinas fotoeléctricas es la UNE-EN 61496-2.

3. SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN OPTOELECTRÓNICO

Generalidades

Una vez llevada a cabo la evaluación del riesgo de la máquina en cuestión, y realizada la eliminación del peligro o reducción del riesgo mediante el diseño inherentemente seguro (prevención intrínseca), con los riesgos que aún persisten habrá que recurrir a las técnicas de protección, es decir, resguardos o dispositivos de protección.

Si para conseguir una reducción de los riesgos de la máquina se ha considerado un dispositivo de protección de este tipo, la selección y las características del mismo, su posicionamiento y su configuración con respecto a la zona peligrosa, dependerá de la función a realizar; es decir, ya sea una función de detección de presencia, una función para ordenar la parada, o una combinación de ambas.

La selección, posicionamiento y configuración de la zona de detección del dispositivo se determinará teniendo en cuenta las características de la máquina, las características del entorno, las características humanas, las características del dispositivo de protección y la interacción prevista del personal.

El dispositivo de protección deberá estar firmemente fijado en su emplazamiento. Las fijaciones deberán disponer de medios para evitar el aflojamiento accidental o no intencionado.

La parte del sistema de mando de la máquina asociada al dispositivo de protección, incluyendo los dispositivos que garantizan la parada de los elementos peligrosos y el corte y bloqueo de su alimentación de energía, debe ser adecuada (en cuanto al nivel de prestaciones) al nivel de riesgo que presenta la máquina para la situación peligrosa considerada, obtenida de acuerdo con la evaluación de riesgos. El sistema de mando de la máquina debe diseñarse de manera que, si se activa el dispositivo de protección durante la fase peligrosa del ciclo de trabajo,

se desempeñará la función de seguridad correctamente y se impedirá una nueva puesta en marcha.

En el caso de máquinas usadas, la instalación de este tipo de dispositivos estará condicionada a la revisión y a la adecuación, en su caso, de todos los elementos que intervienen en la función peligrosa del ciclo de trabajo.

Características de la máquina: condiciones de idoneidad

Las cortinas fotoeléctricas se pueden considerar como dispositivos de protección idóneos cuando se requieren accesos frecuentes y regulares del operario a la zona peligrosa de la máquina y existe una continua interacción de este con la máquina y, además, se necesita una buena visibilidad del proceso. Con la utilización de estos dispositivos se pueden obtener ventajas tales como la reducción en los tiempos de acceso y la mejora de las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo.

Sin embargo, y teniendo en cuenta que una cortina fotoeléctrica no proporciona una barrera física frente al peligro, algunas características particulares de la máquina o del proceso pueden imposibilitar la utilización de estos dispositivos o hacerlos inadecuados como única medida de protección.

Ejemplos de situaciones en las que las cortinas fotoeléctricas serían inadecuadas como única medida de protección son:

- Posibilidad de proyección de materiales, virutas, chispas, etc.
- Riesgo de daño por radiación térmica, u otras radiaciones.
- Niveles inaceptables de ruido.

Cuando se desea utilizar el dispositivo, como herramienta para ordenar la parada (véase el apartado función de parada), la máquina debe poder parar las operaciones peligrosas antes de que sea posible alcanzar las partes peligrosas de la máquina. Sin embargo, a veces y debido a algunas características particulares de las máquinas puede que no sea posible la utilización de estos equipos como dispositivo para ordenar la parada.

Ejemplos de situaciones en las que este dispositivo es inadecuado para ordenar la parada serían los siguientes:

- Un frenado inadecuado.
- La imposibilidad de que la máquina se detenga en cualquier punto del ciclo debido, por ejemplo, a:
  - La naturaleza del proceso, en el que la parada pudiera crear peligros adicionales.
  - El método de trasmisión del movimiento, por ejemplo, en prensas de revolución total o mecanismos similares de enganche de la transmisión, está diseñado para que una vez comience el movimiento, la máquina solo se puede parar cuando el ciclo se ha completado.
  - La energía almacenada, por ejemplo en forma de presión almacenada en depósitos neumáticos o acumuladores hidráulicos.

Por tanto, estos dispositivos no deberán instalarse como dispositivos de protección que ordene la parada en las máquinas cuyos elementos peligrosos no se puedan parar de forma segura en cualquier punto de la fase peligrosa y con la celeridad necesaria.

Características del entorno

El funcionamiento del dispositivo puede verse afectado por influencias de su entorno tales como la temperatura, la contaminación, las perturbaciones electromagnéticas, las radiaciones, etc. El grado de afectación al funcionamiento del dispositivo dependerá de la tecnología de detección utilizada. Por lo tanto, será necesaria una cuidadosa evaluación del entorno y de idoneidad del dispositivo de protección para su uso en ese entorno durante el proceso de selección del mismo.

Los encargados de seleccionar el dispositivo de protección (es decir, los integradores o los fabricantes de máquinas) deberán tener la información apropiada para asegurar que el dispositivo es adecuado para su uso previsto bajo todos los entornos razonablemente previsibles a los que puede estar expuesto en todo su ciclo de vida operativo. Esta información debe estar incluida en el manual de instrucciones del dispositivo proporcionada por el fabricante.

Ejemplos de influencias del entorno que deberían ser consideradas pueden ser:

- Interferencias electromagnéticas:
  - Descargas electrostáticas.
  - Interferencias de radio frecuencia, por ejemplo teléfonos móviles.
- Vibraciones /sacudidas.
- Interferencias lumínicas:
  - Luz ambiental.
  - Luz infrarroja (por ejemplo mandos remotos).
  - Superficies reflectoras.
  - Otros ESPEs que pueden causar interferencias.
- Contaminación:
  - Agua.
  - Polvo.
  - Corrosivos químicos.
- Temperatura.
- Humedad.
- Condiciones climáticas.
- Radiaciones.

Características humanas

Las características humanas que deberán tenerse en cuenta cuando se selecciona el dispositivo de protección son:

- Velocidad y dirección de aproximación de las partes del cuerpo susceptibles de entrar en contacto con la zona peligrosa.
- Parte de la anatomía humana a ser detectada (por ejemplo, dedo, mano, pierna, cuerpo entero).
- Interacción humana con la máquina, incluida el mal uso previsible.

Estos factores determinarán el posicionamiento del dispositivo (distancia al peligro) cuando se utiliza para proporcionar la función de parada (véase el apartado función de parada).

El dispositivo de protección también deberá ser seleccionado e instalado de forma que se minimice la posibilidad de que las personas puedan estar expuestas al peligro debido a la posibilidad de burlar el dispositivo de forma deliberada o inadvertidamente. En este caso pueden ser necesarias medidas de protección suplementarias, por ejemplo, resguardos fijos o enclavados u otros equipos de protección adicionales.

4. MODOS DE UTILIZACIÓN DE LA CORTINA FOTOELÉCTRICA

La cortina fotoeléctrica se puede utilizar para proporcionar:

- Una función de parada.
- Una función de detección de presencia.

- Una combinación de una función de parada y una función de detección de presencia.

Funcion de parada

Cuando la cortina fotoeléctrica (figura 3) se utiliza para proporcionar una función de parada, la máquina debe poder parar las operaciones peligrosas antes de que sea posible alcanzar las partes peligrosas de la máquina, para ello habrá que tener en cuenta:

Distancia al peligro y posicionamiento

La cortina fotoeléctrica deberá posicionarse a la distancia suficiente de los peligros especificados de la máquina para asegurar que la máquina puede parar o alcanzar una situación segura antes de que cualquier parte del cuerpo de una persona acercándose pueda alcanzar la zona peligrosa.

Para el cálculo de esta distancia se deben tener en cuenta una serie de parámetros:

a) La capacidad de detección del equipo de protección en relación con las características humanas incluyendo:
   – La velocidad de aproximación k: la velocidad de aproximación será 1600 mm/s para un caminar normal y 2000 mm/s para un alcance perpendicular con los miembros superiores Dependiendo de la aplicación, puede ser necesario tener en cuenta otra velocidades.
   – La parte de la anatomía humana a ser detectada (por ejemplo, dedo, mano, pierna, cuerpo entero).
   – El factor de penetración/invasión de la parte del cuerpo C: un equipo de protección diseñado para detectar algunas partes del cuerpo (por ejemplo, manos) puede permitir que partes más pequeñas del cuerpo (por ejemplo, dedos) penetren en la zona de detección sin ser detectadas. Para tener esto en cuenta, se debe añadir una distancia adicional C a la distancia mínima que variará según la parte del cuerpo que deba detectar.
   – Alcance por debajo o por encima de la zona de detección y posibilidad de burlar el mismo: se debe minimizar la posibilidad de que las personas pueden estar expuestas a un peligro, debido a la posibilidad de burlar la protección de forma deliberada o inadvertidamente, accediendo a la zona peligrosa por encima, por debajo o rodeando la zonas de detección, inclinándose sobre la zona de detección, pasando por encima de la zona de detección, reposicionando el dispositivo o desviando los haces mediante el uso de superficies reflectantes que causen la modificación de la zona de detección.
b) La característica de parada total del sistema T: que es el intervalo de tiempo entre la actuación de la cortina y el cese de las funciones peligrosas de la máquina, que debe incluir la suma de:
   – El tiempo de respuesta de la cortina.
   – El tiempo máximo de parada de la máquina bajo las condiciones más desfavorables, por ejemplo, carga máxima, velocidad máxima, etc. para que la máquina pare o alcance una condición segura después de recibir la señal de salida (orden de parada) de la cortina.

El cálculo de la distancia que se utilizará para el posicionamiento de la cortina es el resultado de la combinación de estos parámetros según las fórmulas que se establecen en la norma armonizada UNE EN ISO 13855 «Posicionamiento de los medios de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo» (véase la segunda parte de la NTP).

Cuando en una cortina se pueden seleccionar diferentes valores para la capacidad de detección o el tiempo de respuesta, los valores utilizados para el cálculo de la distancia deberán ser los valores máximos (caso más desfavorable), salvo que la selección esté protegida contra cambios no autorizados mediante el uso de una llave, contraseña, herramienta u otros medios que proporcionen un nivel similar de restricción de acceso.

Si la distancia calculada es demasiado grande, y no es aceptable desde el punto de vista operativo, industrial o ergonómico, se puede intentar reducir mediante:

a) La selección de una cortina fotoeléctrica con una menor capacidad de detección o un tiempo de respuesta más rápido.
b) La reducción de la característica de parada del sistema, por ejemplo, mejorando el frenado, reduciendo la velocidad o la inercia.
c) La reducción del tiempo de respuesta del sistema, por ejemplo, utilizando conexiones cableadas en vez de buses, utilizando componentes con un tiempo de respuesta más rápido, reduciendo el número de dispositivos intermedios.

Medidas de proteccion suplementarias

Puede ser necesario, en algunos casos, proporcionar medidas de protección suplementarias para asegurar que:

- La zona peligrosa de la máquina solo puede ser alcanzada a través de la zona de detección de la cortina fotoeléctrica que ordena la parada: por ejemplo, mediante la provisión de barreras físicas para asegurar que una persona no puede aproximarse al peligro de la máquina desde direcciones no protegidas por el dispositivo de protección.

Figura 3. Cortina fotoeléctrica con función de parada que detiene las funciones peligrosas de la máquina antes de que sea posible alcanzar la zona peligrosa. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

- No se produzca un arranque no deseado después de que una persona haya pasado a través de la zona de detección de la cortina fotoeléctrica y permanezca en la zona peligrosa sin ser detectado; por ejemplo, proporcionando un dispositivo detector de presencia adicional.

Funcion de deteccion de presencia

Cuando la cortina fotoeléctrica se utiliza para proporcionar una función de detección de presencia (figura 4), la máquina deberá permanecer en un estado no peligroso, impidiendo la puesta en marcha de los elementos peligrosos mientras la persona o parte de ella está presente dentro de la zona de detección.

Si fuese necesario, se deberán proporcionar medidas de protección suplementarias, para asegurar que la zona de detección no puede ser burlada, permaneciendo la persona entre la zona de detección y la zona peligrosa o pudiendo acceder la zona peligrosa sin ser detectada.

Figura 4. Cortina fotoeléctrica instalada en posición horizontal que permite detectar la presencia del operador en la zona peligrosa. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

5. FUNCIONES OPCIONALES ASOCIADAS A LA APLICACIÓN DE LA CORTINA FOTOELÉCTRICA

Hay funciones opcionales del sistema de mando de la máquina que pueden ser necesarias para algunas aplicaciones específicas. Algunas de estas funciones son:

Función de inhibición (MUTING)

Es una suspensión temporal y automática de la(s) función(es) de seguridad por parte del sistema de mando relativo a la seguridad y sólo se activa cuando es necesario según el proceso que se vaya a realizar en la máquina.

La función de inhibición debe iniciarse y finalizarse de forma automática, mediante el uso de sensores seleccionados y colocados adecuadamente o mediante señales procedentes del sistema de mando de la máquina. Una incorrecta sincronización de los sensores o de las señales de inhibición no permitirá que se active la función de inhibición.

Esta función se puede utilizar para permitir el acceso a la zona peligrosa de personas, sin provocar la parada de la máquina, en orden a retirar o reemplazar una pieza de trabajo:

- Durante el momento no peligroso del ciclo de la máquina; por ejemplo, el operario puede acceder a la zona peligrosa durante la subida del troquel en una prensa sin provocar la parada de la máquina (traspaso de mando).
- Cuando la seguridad se mantiene por otros medios; por ejemplo para el ajuste de la máquina a velocidad o potencia reducida.

También se puede utilizar para permitir la entrada/salida de materiales a través de la zona peligrosa, sin provocar la parada de la máquina, únicamente cuando la seguridad de las personas se mantiene por otros medios. Este sería el caso de las máquinas de embalaje, donde en la entrada y salida de la zona de las operaciones de paletización/despaletización, es preciso inhibir la cortina en el instante en que pasa la carga, pero por otro lado es preciso impedir la entrada de los operadores a la zona peligrosa (figura 5).

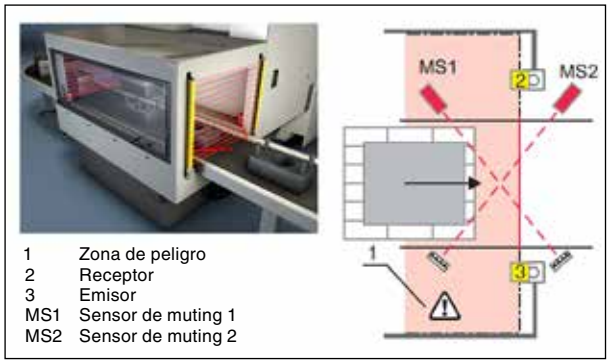


Figura 5. Función de inhibición (muting). Fuente: Leuze electronic S.A.U.

En este caso se proporcionaran medidas para distinguir a una persona de la carga que se transporta o del sistema de transporte (véase la TS 62046 «Seguridad de las máquinas-Aplicación de equipos de protección para detectar la presencia de personas»).

Blanking

El *blanking* es una función opcional, por la cual una o más áreas definidas de la zona de detección de una cortina fotoeléctrica se configuran de tal forma que materiales, partes de la pieza o de la máquina de un tamaño superior a la capacidad de detección podrían estar presentes dentro de la zona de detección sin generar por ello una señal de parada

El *blanking* se puede utilizar para permitir la presencia de material o partes de la pieza de trabajo o de la máquina en la zona de detección, cuando la seguridad es mantenida por otras medidas o dispositivos que impiden el acceso no detectado de una persona o parte de una persona a la zona peligrosa mientras este activada la función de *blanking*.

Estas medidas pueden ser las siguientes:

- El área de *blanking* está ocupada de forma continua y en su totalidad por materiales, accesorios, resguardos fijos o resguardos con enclavamiento desmontables (figura 6).
- La cortina funciona de forma que ordenaría la parada si el área que debería estar ocupada de forma continua queda libre, y no puede haber ningún hueco en la zona de detección que podría permitir el acceso de una persona.

Figura 6. Blanking. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

Función de puesta en marcha de la máquina (reiniciación del ciclo)

En algunas aplicaciones, por ejemplo, cuando las piezas son cargadas o descargadas de forma manual en cada ciclo de la máquina, además de para su función de protección, la cortina se puede utilizar como órgano de puesta en marcha, reiniciando cada ciclo de operación de la máquina cuando una persona o la parte de una persona activa y desactiva el campo de detección de la cortina, sin ninguna orden adicional de puesta en marcha (figura 7).

Figura 7. Función de puesta en marcha - una interrupción «un corte». Fuente: Leuze electronic S.A.U.

No obstante, la puesta en marcha inicial de la máquina deberá realizarse exclusivamente mediante el accionamiento voluntario de un órgano convencional de puesta en marcha.

Cualquier intrusión en la zona de detección de la cortina durante el funcionamiento peligroso de la máquina, hará que esta cumpla su función de protección y supondrá la orden de parada de la máquina.

Hay dos modos de puesta en marcha mediante la cortina:

- Una interrupción «un corte», cuando una activación y desactivación del campo de detección de la cortina ejecuta el ciclo de operación de la máquina.
- Dos interrupciones «doble corte», cuando dos secuencias de activación y desactivación consecutivas del campo de detección de la cortina ejecutan el ciclo de operación de la máquina.

El uso de esta función está restringido a la utilización de cortinas fotoeléctricas tipo 4 y con una capacidad de detección $d \leq 30$ mm que además combinan la función de ordenar la parada y la función de detección de presencia en máquinas alimentadas a mano por un solo operador que tienen operaciones repetitivas, y para tiempos de ciclo cortos.

Si hay más de una cortina fotoeléctrica protegiendo la máquina, sólo una de ellas podrá actuar como órgano de puesta en marcha.

Cuando se selecciona esta función las condiciones deberán ser serán las siguientes:

- El primer ciclo de la máquina se iniciará mediante un órgano convencional de puesta en marcha. Cualquier activación de la cortina durante el funcionamiento peligroso provocará la parada de la máquina que requerirá un posterior reinicio manual convencional de la máquina.
- La reiniciación de cada ciclo de la máquina se tiene que producir en un intervalo de tiempo predeterminado (acorde con el tiempo de ciclo de la máquina) y si no se produce dentro del tiempo esperado, la cortina provocará la parada de la máquina. Este tiempo debe ser lo más corto posible.
- Se recomienda una comprobación del funcionamiento de la función de reinicio antes de comenzar a utilizarla.
- Además, para su aplicación en prensas se requieren una serie de requisitos dimensionales particulares (véase la norma ISO 16062):
  - La altura de la mesa de la prensa será de, al menos, 750 mm por encima del nivel del pie del operador.
  - No será posible permanecer entre la barrera física y la mesa o troquel, o al lado de la mesa o troquel.
  - La longitud de la carrera de apertura será igual o inferior a 600 mm y la profundidad de la mesa de la prensa será igual o inferior a 1000 mm.
  - Sólo será posible seleccionar la función de reinicio cuando la prensa está en una posición determinada, por ejemplo, en el punto muerto superior (TDC).

6. ASPECTOS RELATIVOS A LA INSTALACIÓN A TENER EN CUENTA

La presencia de superficies reflectantes en las proximidades de una cortina fotoeléctrica, puede interferir en los haces y reducir, por tanto, su capacidad para detectar el objeto previsto (figura 8).

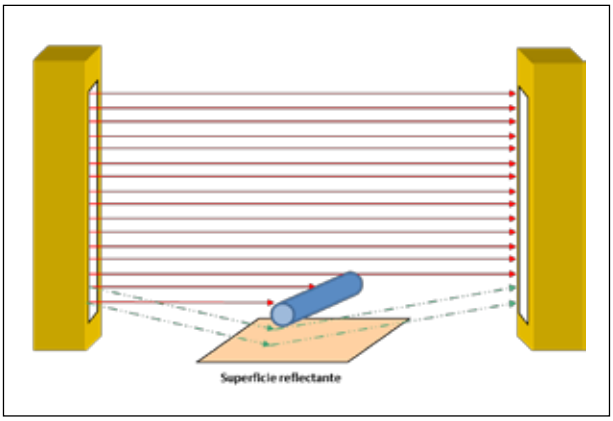
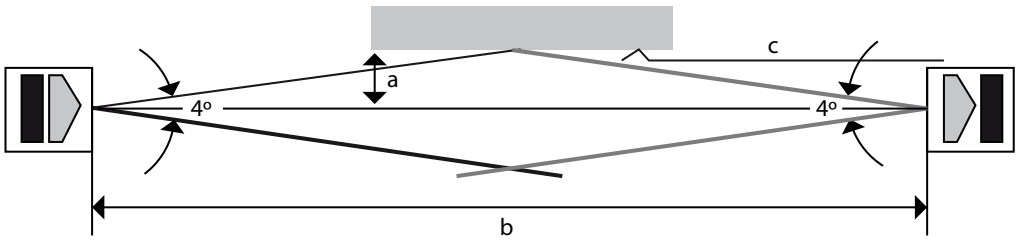


Figura 8. Interferencias en los haces debido a la presencia de superficies reflectantes.



a Distancia mínima requerida respecto a las superficioes reflectantes [mm]
b Anchura del campo de protección [m]
c Superficie reflectante

Figura 9. Ejemplo de instrucciones de instalación para evitar el efecto de superficies reflectantes. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

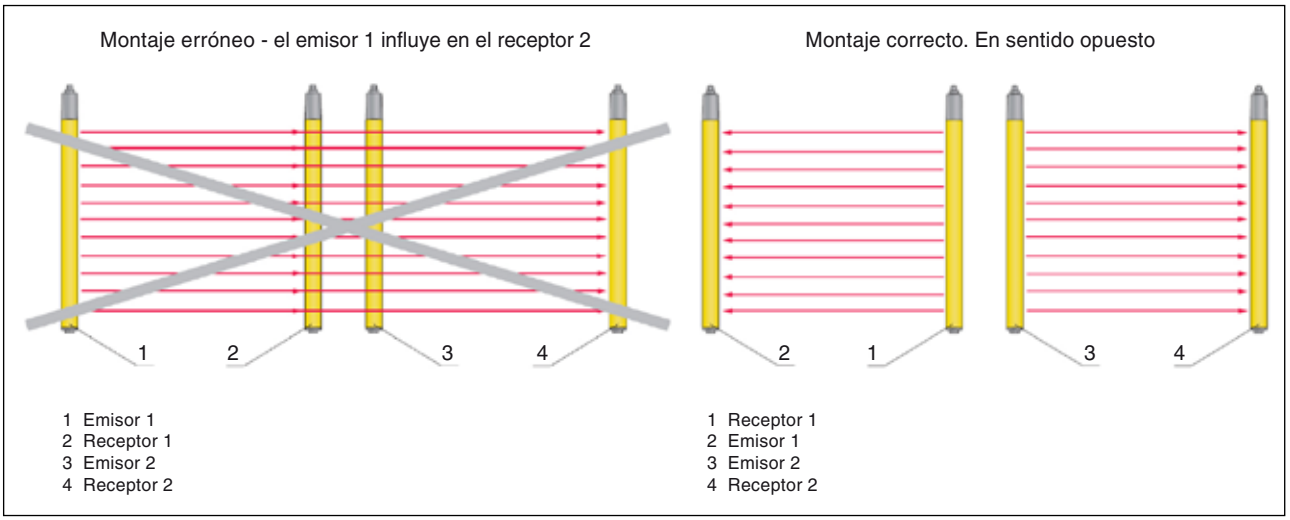


Figura 10. Ejemplo de instrucciones de instalación para evitar las interferencias cruzadas entre cortinas adyacentes. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

Se seguirán las instrucciones de instalación del fabricante para evitar el efecto de las superficies reflectantes (figura 9). Para lograr esto a lo largo del ciclo de vida de la máquina, es necesario tener en cuenta factores tales como el desgaste de las superficies pintadas, cambios del material procesado, divergencias del haz, influencias ambientales, etc.

Para evitar que las personas tengan acceso a la zona peligrosa, la altura del haz superior e inferior de la cortina deberá ser suficiente para impedir la posibilidad de alcanzar la zona peligrosa ya sea por arriba o por debajo de la zona de detección de la cortina.

Se deberán tomar medidas para reducir el riesgo de interferencia cruzada en el caso de que en el mismo entorno se encuentre instaladas cortinas adyacentes, evitando que un emisor energice el receptor de una cortina diferente (figura 10). Tales medidas pueden incluir:

- Medidas proporcionadas por el fabricante de la cortina, por ejemplo, diferentes códigos.
- Asegurar la instalación y sujeción.
- Alternar la dirección del haz de dispositivos adyacentes.
- Alinear los dispositivos adecuadamente.

Comprobaciones

Se deben efectuar comprobaciones de las cortinas llevadas a cabo por personas capacitadas en las siguientes situaciones:

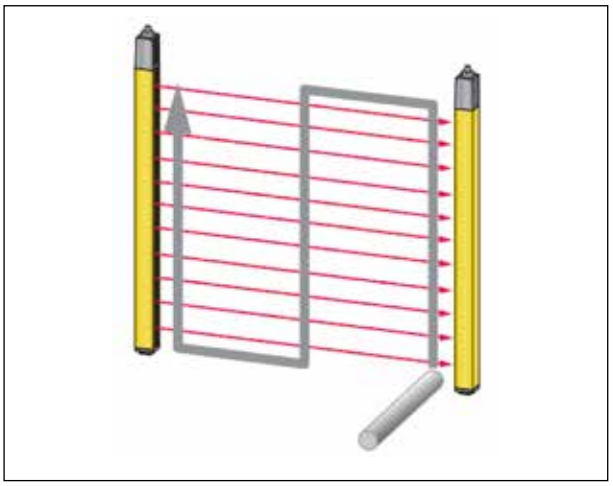


Figura 11. Ejemplo de forma de comprobación de la función de detección con la pieza de ensayo. Fuente: Leuze electronic S.A.U.

- Antes de la primera puesta en marcha.
- Después de realizar modificaciones en la máquina.
- Tras un período de inactividad de la máquina prolongado.
- Después de actualizar el equipo o una nueva configuración de la máquina.

Se debe comprobar la efectividad de la función de parada en todos los modos operativos de la máquina. Todas

las comprobaciones deben documentarse de un modo comprensible.

Se deben realizar comprobaciones periódicas sobre la interacción segura entre la cortina y la máquina para que se puedan detectar modificaciones en la máquina o manipulaciones no autorizadas en el dispositivo.

Diariamente, o cada vez que se cambie de turno y cada vez que se cambie el modo operativo de la máquina, debe comprobarse el funcionamiento de la cortina para que se puedan detectar posibles daños o manipulaciones no autorizadas.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL · inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.102

Equipos de detección de presencia de personas (II): posicionamiento de cortinas fotoeléctricas

Protective equipment to detect the presence of persons (II): Light curtains - Positioning
Équipements de protection à la détection de la présence de personnes (II): Barrière immatérielle - Placement

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Jorge Sanz Pereda
CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSSBT

Este documento proporciona información sobre la utilización de equipos de protección que emplean dispositivos sensibles para detectar la momentánea o continua presencia de personas o de partes de ellas y cuya finalidad es proteger a esas personas de las partes peligrosas de las máquinas en aplicaciones industriales. En particular facilita información para equipos de protección electrosensibles (ESPEs) y en concreto para cortinas fotoeléctricas (AOPDs).
Dada la extensión del tema a tratar, se ha considerado oportuno dividir el documento en dos partes. En esta segunda parte se trata de especificar los requisitos para el posicionamiento y configuración de la cortina fotoeléctrica.
Los requisitos para su selección y las formas de utilización han sido tratados en la NTP 1.101.
Tras haber realizado la selección de una cortina fotoeléctrica como dispositivo idóneo para proteger a las personas de las partes peligrosas de la máquina según se ha visto en la NTP 1.101; se trata ahora de determinar su correcto posicionamiento y configuración para la consecución de su objetivo de protección.

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. FÓRMULA GENERAL PARA EL CÁLCULO DE LA DISTANCIA MÍNIMA, S_{RT}, CON RELACIÓN A LA ZONA PELIGROSA AL ATRAVESAR LA CORTINA

Cuando la cortina fotoeléctrica se utiliza para proporcionar una función de parada, la máquina debe poder parar las operaciones peligrosas antes de que sea posible alcanzar la zona peligrosa. Para ello, la cortina fotoeléctrica deberá posicionarse a la distancia suficiente de los peligros especificados de la máquina para asegurar que la máquina pueda parar o alcanzar una situación segura antes de que cualquier parte del cuerpo de una persona pueda alcanzar la zona peligrosa al atravesar la cortina.

El cálculo de la distancia que se utilizará para el posicionamiento de la cortina es el resultado de la combinación de una serie de parámetros según las fórmulas que se establecen en la norma armonizada UNE-EN ISO 13855:2011 «Seguridad de las máquinas». Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano.

Dicha metodología de cálculo, además de ser válida para las cortinas fotoeléctricas, también se aplica a otros dispositivos protectores (mandos a dos manos, escáneres láser, alfombras sensibles a la presión, etc.) no objeto de esta NTP.

La fórmula general para el cálculo de la distancia mínima con relación a la zona peligrosa será:

$$S_{RT} = k\,T + C$$

Donde, S_{RT}, es la distancia mínima en milímetros desde la zona peligrosa al plano de detección más próximo (distancia de seguridad).

- k, es una constante en mm/s, calculada a partir de los datos sobre velocidades de aproximación del cuerpo o partes del cuerpo.
- T, es la característica de parada total del sistema en segundos (figura 1), que será el intervalo de tiempo entre la actuación de la cortina y el cese de las funciones peligrosas de la máquina, que debe incluir la suma de ($t_1 + t_2$).
  - t_1, es el tiempo máximo transcurrido desde la actuación de la cortina hasta que los dispositivos de conmutación de la señal de salida están desconectados (señal de parada generada). Es el tiempo de respuesta de la cortina.
  - t_2, es el tiempo máximo requerido para que cese la función peligrosa de la máquina, es decir el tiempo necesario para detener la máquina después de recibir la señal de salida emitida por la cortina. Es el

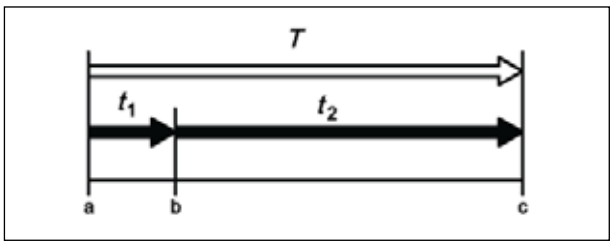


Figura 1. Diagrama de la característica de parada total del sistema.

tiempo máximo de parada de la máquina bajo las condiciones más desfavorables, por ejemplo, carga máxima, velocidad máxima, etc.

- C, es una distancia adicional (de intrusión) en milímetros, que tiene en cuenta la distancia que una parte del cuerpo (normalmente la mano) puede recorrer más allá de la cortina hacia la zona peligrosa antes de que se active la cortina.

Dependiendo de la forma de aproximación de la persona o de una parte del cuerpo a la zona de detección de la cortina, esta fórmula general para el cálculo del posicionamiento se concretará en una serie de fórmulas particulares.

2. CÁLCULO DE LA DISTANCIA MÍNIMA SEGÚN LA FORMA DE APROXIMACIÓN

Se consideran tres tipos de configuraciones según sea la forma de aproximación de la persona o de una parte del cuerpo a la zona de detección:

- Aproximación perpendicular.
- Aproximación paralela.
- Aproximación angular.

Además, en todas las configuraciones se debe tener en cuenta que:

- No debe ser posible acceder a la zona peligrosa sin activar el dispositivo, ni por debajo ni por encima de la cortina.
- No debe ser posible permanecer entre la zona de detección y la zona peligrosa sin que la cortina lo detecte.
- La distancia de seguridad obtenida según las formulas debe aplicarse de forma estricta.

Para impedir estos accesos no detectados a la zona peligrosa, cuando sea necesario, se deberán colocar protecciones adicionales (por ejemplo, resguardos fijos).

2.1. Aproximación perpendicular

- En el caso de que la zona de detección sea perpendicular a la dirección de aproximación (figura 2), para una cortina fotoeléctrica con una capacidad de detección d ≤ 40 mm (véase NTP 1.101), la distancia mínima, S_{RT} (mm), entre la zona de detección y la zona peligrosa no debe ser inferior a la distancia calculada aplicando la fórmula general:

$$S_{RT} = k\,T + C$$

Donde:

k = 2000 mm/s;

C = 8 (d - 14); siendo d la capacidad de detección de la cortina en mm.

Es decir:

$$S_{RT} = 2000\,T + 8\,(d - 14)$$

En el caso de que el valor de C resultase negativo, debido a que la capacidad de detección fuese d ≤ 14, se desechará este valor negativo en la fórmula, y se sustituirá por C=0; quedando entonces la fórmula:

$$S_{RT} = 2000\,T$$

En ambos casos, el valor mínimo aceptado para S_{RT} será de 100 mm, es decir, que si al aplicar la fórmula se obtuviese un valor inferior, este se desechará.

Si el valor obtenido para S_{RT} fuera superior a 500 mm, se permite reducir está distancia simplificando la fórmula mediante la variación del valor de k = 1600 mm/s; quedando la fórmula:

$$S_{RT} = 1600\,T + 8\,(d - 14)$$

En este caso el valor mínimo aceptado para S_{RT} será de 500 mm, es decir que si al aplicar la fórmula se obtuviese un valor inferior, este se desechará y se elegirá S_{RT} = 500 mm.

- Cuando además la cortina fotoeléctrica se utiliza para realizar la función de puesta en marcha de la máquina (reiniciación del ciclo tal y como se vio en la NTP 1.101), la capacidad de detección, d, debe ser siempre ≤ 30 mm y se aplicará la fórmula:

$$S_{RT} = 2000\,T + 8\,(d - 14);$$

Siendo, en este caso, el valor mínimo aceptado para S_{RT} de 150 mm, es decir, que si al aplicar la formula se obtuviese un valor inferior, este se desechará.
Habrá que tener en cuenta que si la capacidad de detección, d, fuese ≤ 14 mm, la fórmula se simplificaría y quedaría:

$$S_{RT} = 2000\,T$$

Siendo el valor mínimo aceptado para S_{RT} de 100 mm.

2.2 Aproximación paralela

En el caso de que la dirección de aproximación sea para-

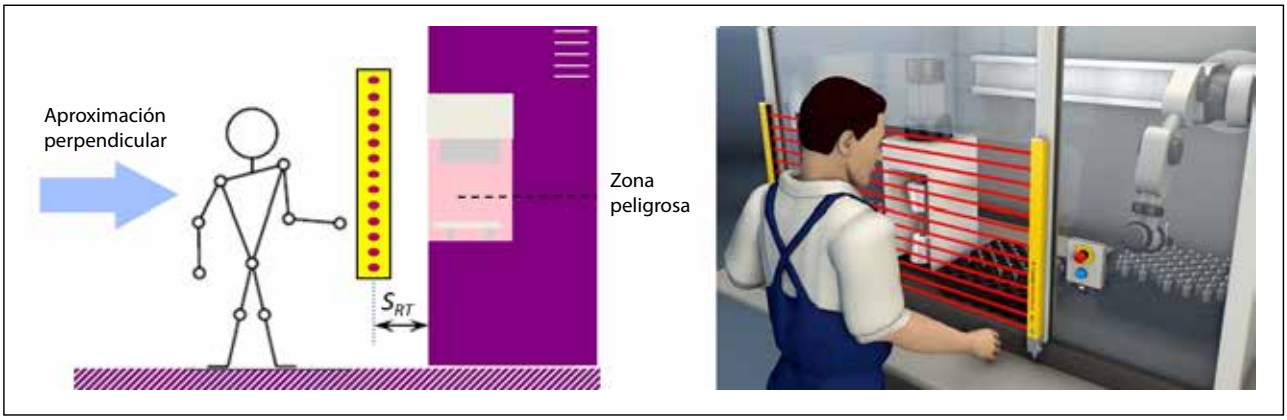


Figura 2. Aproximación perpendicular a la zona de detección.

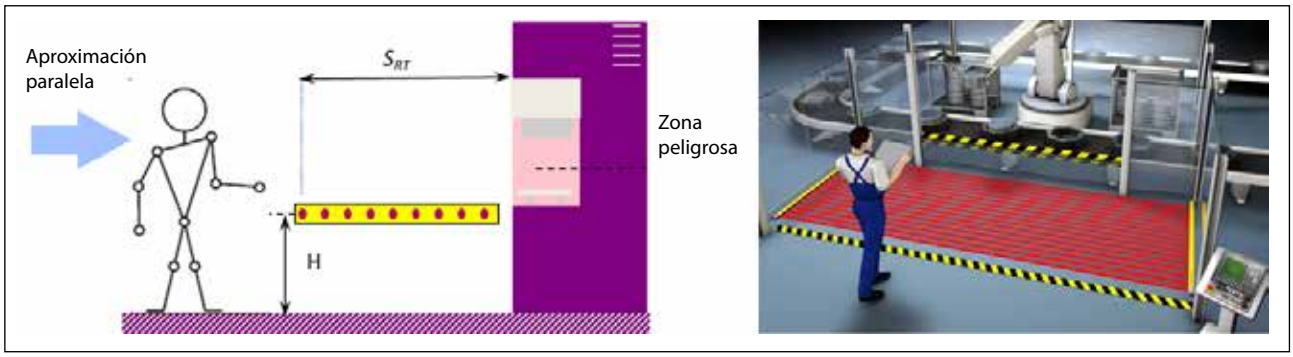


Figura 3. Aproximación paralela a la zona de detección.

lela a la zona de detección (figura 3), la distancia mínima, S_{RT}, se debe calcular utilizando la fórmula:

$$S_{RT} = k\,T + C$$

Donde:

k = 1600 mm/s;

C = (1200 – 0,4 H) mm; donde H es la altura desde el suelo hasta la zona de detección en mm.

Siendo el valor mínimo aceptado para C de 850 mm, es decir, que si al aplicar la formula se obtuviese un valor inferior, este se desechará; quedando la fórmula:

$$S_{RT} = 1600\,T + (1200 - 0{,}4\,H)$$

No obstante a la hora de colocar la cortina, hay que tener en cuenta que la altura, H, de la zona de detección tiene una serie de restricciones:

- La altura, H, no debe ser superior a 1000 mm.
- Si la altura, H, está comprendida entre 300 mm y 1000 mm, (300<H<1000), existe un riesgo de acceso involuntario no detectado por debajo de la zona de detección. Esto se deberá tener en cuenta al realizar la evaluación de riesgos y, si es necesario, se deberán aplicar medidas preventivas suplementarias (como colocación de resguardos fijos, etc.).
- La altura, H, más pequeña admisible hasta la zona de detección, conociendo la capacidad de detección, d, se debe calcular utilizando la fórmula:

$$H = 15\,(d - 50)$$

Siendo, en este caso, el valor mínimo aceptado para H igual a cero, es decir que si al aplicar la formula se obtuviese un valor negativo, este se desechará

Así para una altura, H, conocida de la zona de detección, la correspondiente capacidad de detección, d, sería:

$$d = (H/15) + 50$$

Es decir, que a la hora de elegir la cortina más adecuada, si la altura hasta la zona de detección es conocida o está fijada, se puede calcular la capacidad de detección máxima correspondiente.

2.3. Aproximación angular

Si la cortina se ha instalado de forma que la zona de detección forma un ángulo β con relación a la dirección de aproximación (figura 4), se pueden dar dos situaciones:

- Si $\beta > \pm 30°$; la aproximación angular se debe considerar como una aproximación perpendicular, y por tanto se aplicará la fórmula correspondiente a la aproximación perpendicular (véase el apartado 2.1);
- Si $\beta < \pm 30°$; la aproximación se debe considerar como una aproximación paralela, y por tanto se aplicará la fórmula correspondiente a la aproximación paralela que vincula la altura H del extremo de la zona de detección más alejado de la zona peligrosa y la capacidad de detección, d, de la cortina (véase el apartado 2.2).

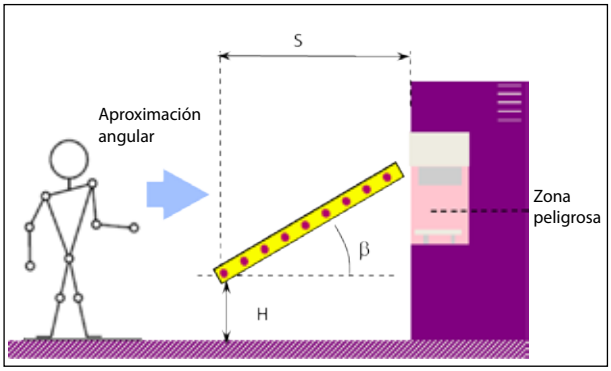


Figura 4. Aproximación angular a la zona de detección.

3. CONSIDERACIÓN DEL POSIBLE BURLADO DE LA CORTINA, ACCEDIENDO A LA ZONA PELIGROSA POR ENCIMA DE LA ZONA DE DETECCIÓN, EN EL CÁLCULO DE LA DISTANCIA MÍNIMA, S_{RO}

Además de tener en cuenta el acceso a la zona peligrosa atravesando la cortina, mediante el posicionamiento de la cortina a la distancia mínima, S_{RT} (atravesando la cortina), ya comentado en los apartados anteriores, se debería también tener en cuenta la posibilidad del acceso a la zona peligrosa pasando por encima de la zona de detección (burlado), sin que se active la cortina.

Si en el caso de una cortina instalada verticalmente, es posible el acceso a la zona peligrosa por encima de la zona de detección, se deben determinar la altura del borde superior de la zona de detección y la distancia mínima, S_{RO} (por encima de la cortina), que evite el alcance de la zona peligrosa en el caso del burlado.

Así la distancia mínima que se debe aplicar para el posicionamiento de la cortina, se debe fijar comparando los valores de la distancia S_{RT} (atravesando la cortina), y los valores de la distancia S_{RO} (por encima de la cortina) relativos al alcance por encima y que se van a explicar a continuación.

El valor final de la distancia, S, será el mayor valor que resulte de la comparación entre ambos (véanse los ejemplos de cálculo de la distancia mínima en el apartado 4).

3.1. Cálculo de la distancia mínima, s_{RO}, para evitar el alcance por encima de la zona de detección de una cortina sin una estructura de protección sumplementaria,

Para evitar el alcance de la zona peligrosa por encima de la cortina (ver figura 5), la distancia mínima, S_{RO}, en milímetros desde la zona de detección a la zona peligrosa, debe calcularse utilizando la fórmula:

$$S_{RO} = k\,T + C_{RO}$$

Donde:

k = 2000 mm/s

C_{RO} es la distancia suplementaria que una parte del cuerpo (generalmente una mano) puede recorrer hacia la zona peligrosa antes de que se active la cortina.

Es decir:

$$S_{RO} = 2000\,T + C_{RO}$$

En el caso de que al aplicar la fórmula se obtuviese un valor S_{RO} inferior a 100 mm, este se desechará; siendo el valor mínimo aceptado para S_{RO} de 100 mm.

Si el valor obtenido para S_{RO} fuera superior a 500 mm, se permite reducir está distancia simplificando la fórmula mediante la variación del valor de k = 1600 mm/s.

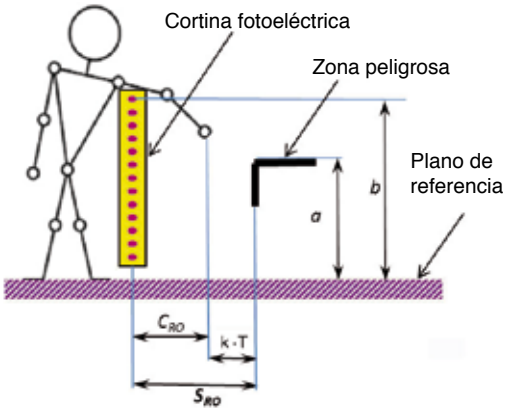
Quedando la fórmula:

$$S_{RO} = 1600\,T + C_{RO}$$

En este caso el valor mínimo aceptado para S_{RO} será de 500 mm, es decir que si al aplicar la fórmula se obtuviese un valor inferior, este se desechará.

El valor de C_{RO}, se determinará en la tabla 1 a partir de los valores conocidos de la altura de la zona peligrosa, a, y de altura del borde superior de la zona de detección, b.

No se deben realizar interpolaciones al determinar los valores de la tabla 1. Si los valores conocidos a, b o C_{RO} se encuentran entre dos valores de la tabla 1, se debe aplicar la distancia de seguridad mayor. Véase el ejemplo del apartado 4.3.

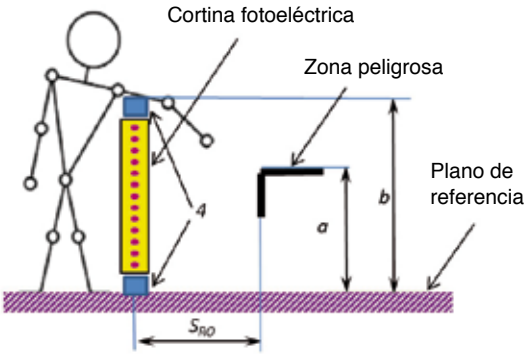


a Altura de la zona peligrosa.
b Altura del borde superior de la zona de detección de la cortina.
C_{RO} Distancia suplementaria que una parte del cuerpo puede recorrer hacia la zona peligrosa antes de que se active la cortina (Veánse los valores de la tabla).

Figura 5. Alcance por encima de la zona de detección vertical de una cortina.

3.2. Cálculo de la distancia mínima para evitar el alcance por encima de la zona de detección de una cortina combinado con una estructura de protección complementaria

En el caso de disponer de una estructura de protección complementaria (figura 6), si es posible alcanzar la zona peligrosa por encima de la estructura de protección, la situación sería equivalente a la de un resguardo distanciador y por tanto la distancia mínima, S_{RO}, no debería ser inferior a la distancia horizontal C, que viene determinada en la tabla 1 (riesgo bajo) o en la tabla 2 (riesgo alto) del apartado 4.2.2 de la 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.



a Altura de la zona peligrosa.
b Altura del borde superior de la zona de detección de la cortina.
S_{RO} Distancia mínima para el alcance por encima (Igual al valor C de la tabla 1 o de la tabla 2, del apartado 4.4.2 de la Norma UNE-EN ISO 13857).
4 Estructura de protección (por ejemplo un resguardo fijo).

Figura 6. Alcance por encima de la zona de detección vertical de una cortina combinada con una estructura complementaria.

4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA DISTANCIA MINÍMA. EJEMPLOS

El cálculo de la distancia mínima, S, comprende tres pasos:

1. Determinación de la distancia mínima al atravesar la zona de detección de la cortina, S (*a través de la cortina*), S_{RT}).
2. Determinación de la distancia mínima para evitar acceder a la zona peligrosa por encima de la zona de detección en el caso de que sea posible, S (*por encima de la cortina*), S_{RO}.
3. Comparación de S_{RT} y S_{RO} para determinar la distancia, S. Se debe escoger el mayor valor que resulte de la comparación.

4.1. Ejemplo 1

Una máquina tiene un tiempo de parada de 60 ms. La máquina está provista de una cortina fotoeléctrica vertical como sistema de protección (figura 2), que tiene una capacidad de detección de 14 mm y un tiempo de respuesta de 30 ms.

Altura de la zona peligrosa a	Altura del borde superior de la zona de detección de la cortina b											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Distancia de seguridad suplementaria hacia la zona peligrosa C_{RO}											
2600[a]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	850	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOTA 1: Las cortinas fotoeléctricas con una altura
-del borde superior de la zona de detección inferior a 900 mm están excluidos ya que no ofrecen protección suficiente contra el burlado o el paso por encima
-del borde inferior de la zona de detección superior a 300 mm con respecto al plano de referencia no ofrecen protección suficiente contra el paso por debajo arrastrándose.

NOTA 2: Los datos de esta tabla se obtuvieron de un estudio de la BG alemana.

NOTA 3: La mayor parte de los valores indicados en esta tabla son inferiores a los valores indicados en las tablas 1 y 2 de la norma UNE EN ISO 13857:2008 puesto que las partes del cuerpo no pueden apoyarse sobre la cortina en el caso de alcance por encima.

[a] el alcance por encima a la zona peligrosa es imposible.

Tabla 1. Alcance por encima de la zona de detección vertical de una cortina fotoeléctrica. (Medidas en mm).

Calcular la distancia mínima, S, a la que se debe colocar la cortina. (En este ejemplo se supone que no es posible alcanzar la zona peligrosa por encima de la zona de detección. Por lo tanto, los pasos segundo y tercero de la metodología no son necesarios).
Se trata de una aproximación perpendicular para una capacidad de detección d ≤ 40 mm (véase el apartado 3.2) por lo que habrá que utilizar la siguiente fórmula:

$$S_{RT} = k\,T + 8\,(d - 14)$$

Donde:
d = 14 mm
T = 60 + 30 = 90 ms = 0,09 s
k = 2000 mm/s

Entonces:

$$S_{RT} = (2000 \times 0{,}09) + 0 = 180 \text{ mm}$$

S = 180 mm

La distancia mínima de posicionamiento de la cortina fotoeléctrica (zona de detección) respecto a la zona peligrosa, S, debe ser de 180 mm.

4.2. Ejemplo 2

Una máquina tiene un tiempo de parada de 60 ms. La máquina está provista de una cortina fotoeléctrica vertical como sistema de protección (figura 2), que tiene una capacidad de detección de 30 mm y un tiempo de respuesta de 30 ms.

Calcular la distancia mínima, S, a la que se debe colocar la cortina. (En este ejemplo se supone que no es posible alcanzar la zona peligrosa por encima de la zona de detección. Por lo tanto, los pasos segundo y tercero de la metodología no son necesarios).
Se trata de una aproximación perpendicular para una capacidad de detección d ≤ 40 mm (véase el apartado 3.2) por lo que habrá que utilizar la siguiente fórmula:

$$S_{RT} = k\,T + 8\,(d - 14)$$

Donde:
d = 30 mm
T = 60 + 30 = 90 ms = 0,09 s
k = 2000 mm/s

Entonces:

$$S_{RT} = (2000 \times 0{,}09) + 8\,(30 - 14) = 308 \text{ mm}$$

S = 308 mm

La distancia mínima de posicionamiento de la cortina fotoeléctrica (zona de detección) respecto a la zona peligrosa, S, debe ser de 308 mm.

En este ejemplo se puede observar que el valor de la capacidad de detección de la cortina influye significativamente en la magnitud de la distancia calculada.

4.3. Ejemplo 3

Una máquina tiene un tiempo de parada de 250 ms. La máquina está provista de una cortina fotoeléctrica vertical

como sistema de protección que tiene una capacidad de detección de 30 mm y un tiempo de respuesta de 30 ms. La altura de la zona peligrosa por encima del plano de referencia es de 650 mm. El equipo de protección está activo a partir de una altura de 200 mm y la altura del borde superior de su zona de detección es de 1340 mm.

Calcular la distancia mínima, S, a la que se debe colocar la cortina.

En este caso se seguirán los tres pasos de la metodología:

1. Determinación de la distancia mínima al atravesar la zona de detección de la cortina, S_{RT}
   Se trata de una aproximación perpendicular para una capacidad de detección d ≤ 40 mm (véase el apartado 3.2), por lo que habrá que utilizar la siguiente fórmula:

$$S_{RT} = k\,T + 8\,(d - 14)$$

Donde:

d = 30 mm
T = 250 + 30 = 280 ms= 0,28 s
k = 2000 mm/s

Entonces:

$$S_{RT} = (2000 \times 0{,}28) + 8\,(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 688 \text{ mm}$$

Como S_{RT} resulta superior a 500 mm, se puede simplificar la fórmula cambiando k = 1600 mm/s

$$S_{RT} = 1600\,T + 8\,(d - 14)$$

$$S_{RT} = (1600 \times 0{,}28) + 8\,(30 - 14)$$

$$S_{RT} = 576 \text{ mm}$$

2. Determinación de la distancia mínima para evitar acceder a la zona peligrosa por encima de la zona de detección, S_{RO}. (Ver figura 5).
   Se trata de una aproximación por alcance (véase el apartado 3.1), por lo que habrá que utilizar la siguiente fórmula:

$$S_{RO} = k\,T + C_{RO}$$

Donde:

T = 250 + 30 = 280 ms = 0,28 s
k = 2000 mm/s

Entonces:

$$S_{RO} = (2000 \times 0{,}28) + C_{RO}$$

Para determinar el valor de $C_{RO,}$ se debe utilizar la tabla 1 entrando con los valores de a y b.

Siendo la altura del borde superior de la zona de detección, b = 1340 mm y la altura de la zona peligrosa, a = 650 mm, se observa que dichos valores no se encuentran en la tabla 1.

Teniendo en cuenta que para determinar C_{RO} no se deben realizar interpolaciones, sino que se deben utilizar los valores que ofrezcan mayor seguridad:

- Para a = 650 mm, el valor más próximo (que ofrece más seguridad) de la tabla 1 será a = 800 mm.
- Para b = 1340 mm, el valor más próximo (que ofrece más seguridad) de la tabla 1 será b = 1300 mm.

El valor de C_{RO} obtenido de la tabla es 500 mm (véase tabla 2).

Entonces:

$$S_{RO} = (2000 \times 0{,}28) + C_{RO} S_{RO} = (2000 \times 0{,}28) + 500$$

$$S_{RO} = 1060 \text{ mm}$$

Como S_{RO} resulta superior a 500 mm, se puede simplificar la fórmula cambiando k = 1600 mm/s.

$$S_{RO} = (1600 \times 0{,}28) + 500$$

$$S_{RO} = 948 \text{ mm}$$

3. Comparación de S_{RT} y S_{RO} para determinar la distancia. Se escogerá la distancia mayor.
   Puesto que S_{RT} = 576 mm y S_{RO} = 948 mm, comparando, hay que seleccionar el valor superior.

Luego:

$$S = S_{R0} = 948 \text{ mm}$$

En este ejemplo se puede observar que una altura baja del borde superior de la zona de detección de la cortina influye significativamente en la magnitud de la distancia calculada, ya que permite el alcance de la zona peligrosa por encima de la cortina.

Altura de la zona peligrosa a	Altura del borde superior de la zona de detección de la cortina b											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Distancia de seguridad suplementaria hacia la zona peligrosa C_{RO}											
2600[a]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	850	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOTA 1: Las cortinas fotoeléctricas con una altura
-del borde superior de la zona de detección inferior a 900 mm están excluidos ya que no ofrecen protección suficiente contra el burlado o el paso por encima
-del borde inferior de la zona de detección superior a 300 mm con respecto al plano de referencia no ofrecen protección suficiente contra el paso por debajo arrastrándose.

NOTA 2: Los datos de esta tabla se obtuvieron de un estudio de la BG alemana.

NOTA 3: La mayor parte de los valores indicados en esta tabla son inferiores a los valores indicados en las tablas 1 y 2 de la norma UNE EN ISO 13857:2008 puesto que las partes del cuerpo no pueden apoyarse sobre la cortina en el caso de alcance por encima.

[a] el alcance por encima a la zona peligrosa es imposible.

Tabla 2. Valores de C_{RO}.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt
Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.103

Imagen mediante resonancia magnética (II): efectos para la salud y RD 299/2016

Magnetic Resonance Imaging (II): health effects and RD 299/2016
L'Image par Résonance Magnétique (II): effets d'une exposition et RD 299/2016

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

María Sánchez Fuentes

Javier Gálvez Cervantes

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSSBT

Esta NTP, junto con la NTP 1.063, permiten establecer las medidas preventivas apropiadas en trabajos en salas de imagen mediante resonancia magnética.
Se detallan los potenciales efectos para la salud de los campos electromagnéticos utilizados, y se comentan los artículos más relevantes del RD 299/2016 para estas instalaciones.

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

Una vez identificados los principales factores de riesgo presentes en los lugares de trabajo donde se realizan exploraciones médicas con la técnica de Imagen mediante Resonancia Magnética (IRM), (véase NTP 1063), en esta NTP se abordan los efectos de los campos electromagnéticos (CEM) en el cuerpo humano.

Se han considerado los estudios realizados por la Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), ya que es el organismo de referencia a nivel mundial sobre campos electromagnéticos, y también se han consultado estudios de otros organismos públicos encargados de la seguridad y salud de los trabajadores.

Para finalizar se contempla este tipo de trabajo desde la perspectiva del RD 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

2. EFECTOS DE LOS CEM Y SUS MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Previamente a la exposición de una persona a CEM es preciso tener información sobre su estado de salud y si es portador de algún implante pasivo (por ejemplo, clip cerebral) o activo (por ejemplo, marcapasos) que pueda verse afectado por los campos; los efectos descritos en este apartado son referidos a trabajadores sin condiciones médicas incompatibles con CEM.

No hay peligro para las personas que se someten a exploraciones de IRM ya que los equipos se configuran en cada exploración para cada paciente, y su exposición es diferente de la que puede tener un trabajador que está durante varias horas al día operando con estos equipos.

Efectos asociados al magnetismo del imán

A continuación se describen los posibles efectos sobre la salud producidos por la exposición a un campo magnético estático.

Hay que tener en consideración que en la actualidad no existen datos científicos concluyentes que establezcan un nexo causal entre la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos y sus efectos a largo plazo. En la fecha de publicación del RD 299/2016 no hay evidencia de efectos adversos graves para la salud en exposiciones a campos de hasta 8T.

Inducción magnética

- Debido al campo magnético estático, sin movimiento del trabajador, se produce una interacción electrodinámica con los electrolitos en movimiento, como es el flujo sanguíneo, cuyo resultado son diferencias de potencial asociadas al movimiento de la sangre. Un estudio detallado de los efectos de estos campos en la función cardiaca muestra que campos de hasta 8T es improbable que afecten al ritmo cardíaco o a otras funciones vitales.
- Debido al movimiento dentro del campo magnético estático se inducen campos y corrientes eléctricas; las frecuencias asociadas al movimiento habitual son inferiores a 10 Hz, cuanto más rápido es el movimiento mayor es la magnitud del campo eléctrico y la corriente inducida. A estos campos y corrientes inducidos se asocian casos de vértigos y otras percepciones sensoriales, como náuseas, magnetofosfenos y sabor metálico en la boca experimentados por los trabajadores.
  - Los vértigos y náuseas son debidos a que el campo eléctrico inducido al realizar movimientos de cabeza en un campo magnético estático superior a 2T afecta al sistema vestibular encargado del equilibrio.

– Los magnetofosfenos son una sensación visual de ligeros destellos, debido a los campos eléctricos inducidos en la retina al realizar movimientos de cabeza en un campo magnético.
– El sabor metálico ha sido explicado mediante dos mecanismos para la estimulación eléctrica del gusto: el primero es la estimulación directa del nervio, y el segundo es un proceso de electrolisis en la saliva, que son independientes de la presencia de empastes o implantes dentales.

Los vértigos, náuseas, magnetofosfenos y el notar sabor metálico no son peligrosos en sí, pero pueden ser molestos y distraer a los trabajadores.

Efectos magneto-mecánicos

- Orientación magnética: Dependiendo de la susceptibilidad magnética de las diferentes moléculas, estas se orientan según el campo magnético. En general, estas fuerzas son demasiado pequeñas como para afectar a la materia biológica, aunque campos magnéticos muy fuertes (>17T), en estudios con embriones de ranas, han mostrado ser capaces de producir reorientación del aparato mitótico, estructura que es esencial para el reparto del material genético durante la división celular.
- Traslación magneto-mecánica en material biológico: Los estudios actuales hacen pensar que el efecto a 10 T de las fuerzas traslacionales producidas por el imán no son suficientes para afectar el flujo sanguíneo sistémico de humanos.

El grado de conocimiento actual sobre estas fuerzas ha servido para descartar posibles repercusiones en el cuerpo humano.

Interacciones electrón-espín

Algunas reacciones metabólicas precisan de una interacción en la que intervienen pares de radicales con sus espines correlacionados. Actualmente no están claras sus implicaciones biológicas y por lo tanto no se ha constatado que estos procesos afecten a la salud de las personas expuestas.

Medidas de prevención

Las salas y equipos de IRM actuales cuentan con sistemas de homogeneización del campo *(shiming)*, con sistemas de pantallaje magnético *(shielding)*, y con pantallaje eléctrico (jaula de Faraday).

De esta forma no interfieren en su funcionamiento campos externos y se consigue además disminuir enormemente el campo electromagnético fuera del túnel de exploración; así pues, en el interior del túnel el valor de campo magnético es máximo, pero decrece rápidamente con la distancia.

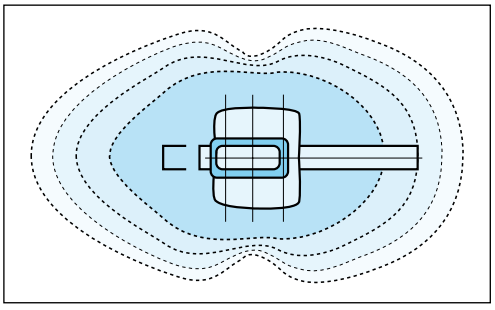


Figura 1. Dispersión del campo magnético.

El campo magnético tiene su influencia en una zona con forma elíptica alrededor del imán, cuyo tamaño depende de la intensidad del campo magnético y de su apantallamiento.

Ya que los trabajadores están menos expuestos cuanto más alejados estén del túnel de exploración, se recomienda en primer lugar realizar todas las tareas posibles fuera de la sala del imán, y permanecer en esa zona el menor tiempo posible.

Además, es aconsejable señalar en el suelo la zona en la que el valor del campo magnético es de 5 G (0'0005T), y realizar fuera de esa línea todos los trabajos que no hayan podido realizarse en el exterior de la sala.

Efectos asociados al magnetismo de los gradientes (GR)

Debidos al campo magnético variable

Los GR se producen al conectarse y desconectarse rápidamente unos imanes situados en el túnel de exploración (en el futuro puede ser que se incorporen a algunas antenas). Debido a esto se produce un campo magnético variable en el espacio y en el tiempo, cuyos valores son característicos de cada equipo y de las secuencias aplicadas en cada ocasión.

Los gradientes utilizados en IRM pueden inducir campos eléctricos, que estimulan las células nerviosas al provocar un cambio de voltaje en su membrana; como resultado de esto puede percibirse una sensación de cosquilleo.

La estimulación eléctrica de los tejidos (músculos o nervios) se traduce en contracciones musculares periféricas, arritmias cardíacas o magnetofosfenos.

Para que se produzca este efecto en un trabajador tiene que tener alguna parte de su cuerpo muy próxima o dentro del túnel de exploración, durante la aplicación de la secuencia.

Medidas de prevención

Los trabajadores no deben permanecer dentro de la sala del imán cuando se estén realizando las exploraciones, a fin de evitar la exposición.

Para no favorecer la inducción eléctrica es necesario que no haya líquidos en la mesa de exploración o zonas húmedas del paciente (debidas a la sudoración, hidratación artificial…).

Efectos asociados al movimiento dentro de la sala del imán

Al realizar movimientos dentro de un campo magnético estático, este se convierte en variable debido a los propios movimientos. Cuando un trabajador se desplaza dentro de la sala de IRM, aunque no esté funcionando el equipo, también está haciendo que el campo magnético que llega a su cuerpo varíe, y con ello pueden aparecer campos eléctricos inducidos.

Medidas de prevención

Para minimizar campos eléctricos inducidos por el movimiento es importante que los desplazamientos sean lentos y que los trabajadores permanezcan lo más alejados

posible del imán, ya que con esto los campos que se induzcan serán menores.

Con el fin de evitar la inducción de campos y corrientes eléctricas cuando se realicen maniobras de desplazamiento dentro de la sala de resonancia, estas se harán de forma lenta. Es aconsejable que sean los imprescindibles, es decir, solo aquellas maniobras que no se puedan realizar en el exterior, por ejemplo, las vías para administrar contrastes deben ser colocadas en el exterior de la sala.

Efectos asociados a los campos magnéticos de las radiofrecuencias (RF)

El efecto biológico más importante producido por las RF es el aumento de la temperatura corporal. El parámetro usado para cuantificarlo es la tasa de absorción específica o SAR *(Specific Absortion Rate)*. Los equipos de IRM tienen este efecto en cuenta y el paciente está seguro, ya que cada exploración se configura según sus parámetros corporales.

Existe riesgo de calentamiento y quemaduras cutáneas locales sobre todo en los puntos de contacto (producidos por conducción de corrientes eléctricas) o debidas a objetos metálicos colocados interna o externamente (corrientes de torbellino). Estas quemaduras no aparecen de forma inmediata, y pasa un tiempo hasta que la persona es consciente de la lesión sufrida.

Actualmente, los estudios llevados a cabo no han demostrado relación causa-efecto entre las RF y diversas patologías, tales como dolores de cabeza, problemas de concentración, calidad del sueño, funciones cognitivas, efectos cardiovasculares, etc.

Medidas de prevención

Para evitar los efectos nocivos de las radiofrecuencias la medida más sencilla es no exponerse a ellas; como ya se ha indicado, los trabajadores no deben estar dentro de la sala durante las exploraciones. Si esto no es posible, tendrán cuidado de no tener ninguna parte de su cuerpo dentro del túnel de exploración, ni estar en contacto con los bordes de la camilla.

3. APLICACIÓN DEL REAL DECRETO 299/2016

El Real Decreto 299/2016 es la trasposición de la Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de junio de 2013 sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos); esta directiva aborda los efectos biofísicos directos conocidos y los efectos indirectos provocados por los CEM, pero no sus posibles efectos a largo plazo, ya que actualmente no existen datos científicos comprobados que establezcan un nexo causal.

Las magnitudes físicas, los valores límite de exposición (VLE) y los niveles de acción (NA) establecidos se basan en las recomendaciones de la ICNIRP, que ha utilizado consideraciones biofísicas y biológicas, en particular, sobre la base de efectos directos agudos y a corto plazo comprobados científicamente, como por ejemplo los efectos térmicos y la estimulación eléctrica de los tejidos.

En la práctica, al considerar un puesto de trabajo en una sala de IRM, se deberá tener en cuenta especialmente lo establecido en los artículos 11, 4 y 5 del RD 299/2016.

Artículo 11

Para aplicar el RD 299/2016 de una sala de IRM de uso médico es importante el artículo 11 “Excepciones”, ya que indica en su apartado a) lo siguiente:

> *“la exposición podrá superar los valores límite de exposición si está relacionada con: la instalación, el ensayo, el uso, el desarrollo, el mantenimiento o la investigación de equipos de imagen por resonancia magnética (IRM) para pacientes en el ámbito sanitario, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:*
>
> *1.ª que la evaluación de riesgos realizada de conformidad con el artículo 6 haya demostrado que se han superado los valores límite de exposición,*
>
> *2.ª que, habida cuenta del estado de la técnica, se hayan aplicado todas las medidas técnicas y/o de organización,*
>
> *3.ª que las circunstancias justifiquen debidamente la superación de los valores límite de exposición,*
>
> *4.ª que se hayan tenido en cuenta las características del lugar de trabajo, el equipo de trabajo o las prácticas de trabajo, y*
>
> *5.ª que el empresario demuestre que los trabajadores siguen estando protegidos contra los efectos adversos para la salud y contra los riesgos para la seguridad. En particular asegurándose de que se siguen las instrucciones de uso seguro facilitadas por el fabricante de conformidad con la normativa aplicable”.*

Por lo tanto, se debe verificar el cumplimiento de estas condiciones; para ello:

- Condición 1ª.- A la hora de demostrar si se cumplen o no los VLE, se plantea la necesidad o no de realizar mediciones.
  El artículo 6 “Evaluación de los riesgos” indica en su apartado 2 que el empresario identificará y evaluará los CEM en el lugar de trabajo teniendo en cuenta los niveles de emisión de CEM comunicados por los fabricantes de equipos, por lo que, si viene indicado su valor en la información facilitada por el fabricante o instalador, no será imprescindible la realización de la medición de los campos.
  El Anexo II A) del RD 299/2016 indica en su tabla 1 que, para un campo magnético de 0 Hz, el VLE relacionado con efectos sensoriales en condiciones de trabajo normales es de B_0=2T.
  En una sala de IRM de B_0=3T esto facilita la evaluación de riesgos, pues no es necesario medir para obtener un dato ya conocido, ya que sólo con este dato se superan los VLE dentro del túnel de exploración.
  En salas de IRM de B_0<2T sería necesario consultar o realizar mediciones para poder determinar si durante las exploraciones llegan a superarse los valores límite de exposición para otro rango de frecuencias.
  Los valores de CEM que se producen son característicos de cada instalación de IRM y de las secuencias empleadas; si se realiza una estimación utilizando datos de otra instalación, hay que tener esto en cuenta, ya que puede estar mejor o peor apantallada electromagnéticamente.

- Condiciones 2ª, 4ª y 5ª.- Estas condiciones se cumplen en las salas de IRM si se adoptan las medidas técnicas y organizativas descritas en esta NTP y en la NTP

1.063, adaptándolas a las características del lugar de trabajo en concreto en que se aplican.

- Condición 3ª.- La exposición a este campo está justificada ya que es necesario que sea tan elevado para poder obtener imágenes de alta resolución y contraste.

Artículo 4

En el artículo 4 "Disposiciones encaminadas a evitar o reducir la exposición", en su apartado 2 indica: "…*cuando se superan los NA pertinentes*, e*l empresario elaborará y aplicará un plan de acción que incluya medidas técnicas y/o de organización destinadas a evitar que la exposición supere los VLE relacionados con efectos para la salud o los VLE relacionados con efectos sensoriales…, el plan de acción prestará especial atención a los siguientes aspectos:*

a) la adopción de métodos de trabajo que conlleven una exposición menor a campos electromagnéticos;
b) la elección de equipos que generen campos electromagnéticos menos intensos, teniendo en cuenta el trabajo al que se destinan;
c) medidas técnicas para reducir la emisión y exposición, incluyendo, cuando sea necesario, el uso de sistemas de bloqueo, blindajes o mecanismos similares de protección de la salud;
d) medidas adecuadas de delimitación y acceso, como señales, etiquetas, marcas en el suelo, barreras para limitar o controlar el acceso;
e) en caso de exposición a campos eléctricos, medidas y procedimientos para controlar las corrientes de contacto y las descargas en forma de chispa, mediante métodos técnicos y formación de los trabajadores;
f) programas adecuados de mantenimiento de los equipos de trabajo, y de los lugares de trabajo y los puestos de trabajo;
g) el diseño y la disposición de los lugares y puestos de trabajo;
h) la limitación de la duración e intensidad de la exposición;
i) la disponibilidad de equipos adecuados de protección individual".

Para tener en consideración los aspectos señalados en los apartados del artículo 4.2 el plan de acción debe incluir:

a) La obtención de imágenes de IRM en la actualidad precisa el empleo de CEM; se justificará que los CEM generados son lo menos intensos posible para realizar cada exploración en concreto.
b) Los equipos de IRM ya cuentan con estas medidas; debe cuidarse que la puerta de la sala del imán esté cerrada habitualmente, abriéndose sólo para entrar o salir.
c) Para establecer las medidas de delimitación y acceso es útil y sencillo utilizar la clasificación en zonas que propone el American Collegue of Radiology (ACR). (ver tabla 1).
   En el interior de la zona 4 es aconsejable marcar en el suelo la línea a partir de la cual el campo magnético estático es de 5G.
d) Hay que cuidar que no haya líquidos vertidos y los pacientes estén secos.
e) Verificar la compatibilidad con IRM de los equipos de trabajo, favoreciendo en su ubicación la lejanía respecto al imán.
f) Distribuir el material que deba permanecer en la sala del imán lo más alejado posible de este.

ZONA 1: *Área de libre acceso para el público en general. Está normalmente fuera del entorno de RM, es generalmente la zona de acceso.*
ZONA 2: *Área donde los pacientes son recibidos.*
ZONA 3: *Área controlada bajo la supervisión de personal de RM.*
ZONA 4: *Área en la que se encuentra el equipo de RM propiamente dicho.*

Tabla 1. Clasificación en zonas según ACR

g) Formación a los trabajadores para que realicen todas las tareas posibles fuera de la sala del imán, y las imprescindibles que deban realizarse dentro que sean fuera de la línea de 5G. Los movimientos serán lentos con lo que se disminuye la exposición a CEM. Al Incidir en este aspecto durante la formación, los trabajadores serán conscientes de que, al realizar las tareas fuera de la sala del imán, están limitando la duración de la exposición y, al alejarse del imán, están limitando la intensidad.
h) Los equipos de protección individual frente a CEM disponibles en la actualidad no son apropiados para el trabajo en salas de IRM.

En la tabla 2 se muestra un ejemplo del contenido de un plan de acción.

Si algún trabajador informa de trastornos transitorios, como percepciones sensoriales, vértigo o náuseas, el apartado 4.8 establece que se actualizará, si fuera necesario, la evaluación de riesgos y las medidas de prevención.

El artículo 4 también hace referencia a los trabajadores especialmente sensibles, los efectos indirectos, la señalización y la limitación de acceso, aspectos que se contemplan en las recomendaciones que se aportan en esta NTP y en la NTP 1.063.

Artículo 5

El artículo 5 "Valores límite de exposición y niveles de acción" contempla una serie de situaciones en las que puede admitirse una exposición laboral en la que se superen los citados niveles. Para poder justificar el cumplimiento de estos requisitos en una sala de IRM es preciso seguir las actuaciones indicadas en la NTP 1.063 y en esta NTP.

Otros artículos relevantes

Es imprescindible el cumplimiento de los artículos 8, 9 y 10, referidos a la información y formación, consulta y participación de los trabajadores y vigilancia de la salud.

Es importante que reciba formación todo el personal que pueda tener acceso a la sala: técnico operario del equipo, personal de mantenimiento y limpieza, personal de emergencias/seguridad, etc.

Una formación completa tendría una parte general, igual para todos los trabajadores, explicando los CEM que intervienen en la IRM, y una parte específica, adaptada a los diferentes puestos de trabajo, indicando los efectos que pueden notar y cómo actuar.

Conclusiones

La información de que se dispone en la actualidad no indica que, en exposiciones a campos magnéticos de hasta 8 T, se produzca ningún efecto grave en la salud, pero pueden producirse efectos molestos sensitivos, como vértigo, si se mueve la cabeza o el cuerpo.

El RD 299/2016 establece unas condiciones especiales para proteger a los trabajadores de salas de IRM, de forma que pueda desarrollarse este tipo de trabajo en condiciones de seguridad y salud.

En caso de superar los VLE, el artículo 11 contempla como excepción a la aplicación de los mencionados VLE las salas de IRM de uso médico. Por otra parte, si se cumplen los VLE pero no los NA, el artículo 5 permite la superación de los NA, siempre y cuando se cumplan algunos requisitos. En el artículo 4 se recogen las medidas de acción a tener en cuenta si se superan los NA pero no los VLE.

I Clasificación en zonas

II Señalización

III Orden y limpieza

IV Actuaciones por parte de los trabajadores:

– Previas a la entrada del paciente
  Cuestionario previo
  No objetos ferromagnéticos

– En la sala del imán
  Solo personal formado
  Protección auditiva
  Verificar no líquidos vertidos
  Movimientos lentos
  Situarse fuera línea de 5G

– Comprobaciones periódicas de los equipos
  Nivel y Presión de Helio

V Actuación en caso de accidente

– Si se introducen elementos ferromagnéticos, por descuido o mala praxis, al adherirse algún objeto al equipo de RM:
  • Si no hay atrapamiento de personas, se desaloja la sala y se avisa al servicio técnico.
  • Si hay un atrapamiento de personas, es imprescindible bajar el campo electromagnético mediante un Quench y después realizar las tareas de auxilio.

– Incendio: Plan similar al del resto de la zona de radiología, incluyendo la consideración de utilizar extintores no ferromagnéticos.
  • Desconectar parte eléctrica.
  • Avisar servicios de extinción.
  • Desalojar la sala.
  • Emplear medios de extinción compatibles.

– Fuga de Helio: Es imprescindible que exista un plan de evacuación y actuación para el caso de que se produzca una fuga de fluidos criogénicos. Este plan tiene que incluir las siguientes medidas:
  • El operador parará inmediatamente el equipo.
  • Desalojar la instalación, sacando al paciente. Esta maniobra debe tener en cuenta que el aumento de la presión que se produce en el interior de la sala del imán podría provocar el cierre brusco de la puerta, por lo que es imprescindible que, al entrar, la puerta se mantenga totalmente abierta.
  • Hay que abandonar también inmediatamente la sala del operador, puesto que, si la presión de la sala aumenta y el sistema de extracción forzado de aire no funcionara, podrían saltar los cristales de los ventanales de visualización.
  • Avisar inmediatamente al servicio técnico de mantenimiento de la casa comercial correspondiente.

VI Programa de mantenimiento

Tabla 2. Ejemplo de contenido de un plan de acción en salas de IRM.

BIBLIOGRAFÍA

www.icnirp.org

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION.
Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields.
Health Phys 96:504 –514; 2009.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION.
Guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static, magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1Hz.
Health Phys 106(3):418 –425; 2014.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION.
Health issues associated with millimeter wave whole body imaging technology.
Health Phys 102(1):21-82; 2012.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION.
Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients.
Health Phys 87:197–216; 2004.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION.
Amendment to the ICNIRP Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients.
Health Phys 97(3):259-261;2009.

DIRECTIVA 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos) (vigésima Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE), y por la que se deroga la Directiva 2001/40/CE.

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

CAVIN, I. D., GLOVER, P. M., BOWTELL, R. W. AND GOWLAND, P. A. (2007),
Thresholds for perceiving metallic taste at high magnetic field.
J. Magn. Reson. Imaging, 26: 1357–1361.

EXPERT PANEL ON MR SAFETY: KANAL, E., BARKOVICH, A. J., BELL, C., BORGSTEDE, J. P., BRADLEY, W. G., FROELICH, J. W., GIMBEL, J. R., GOSBEE, J. W., KUHNI-KAMINSKI, E., LARSON, P. A., LESTER, J. W., NYENHUIS, J., SCHAEFER, D. J., SEBEK, E. A., WEINREB, J., WILKOFF, B. L., WOODS, T. O., LUCEY, L. AND HERNANDEZ, D. (2013),
ACR guidance document on MR safe practices: 2013.
J. Magn. Reson. Imaging, 37: 501–530.

KAUL G.
Was verursacht "elektromagnetische Hypersensibilität"? Individuelle Wahrnehmung oder reaktiv ausgelöste Empfindlichkeit auf elektromagnetische Felder.
Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. 2009.

STAM, R. (2008)
The EMF Directive and protection of MRI workers,
RIVM Report 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Paises Bajos.

STAM, R. (2014)
The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities,
Ann Occup Hyg, Vol. 58, No 5, pp. 529 541.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.104

Industria farmacéutica: clasificación de principios activos en categorías

Pharmaceutical industry: classification of active ingredients into categories
Industrie pharmaceutique: classification des ingrédients actifs dans des catégories

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Raquel Bou Bosch
MEDICHEM S.A.

Begoña López Román
ESTEVE S.A.

Albert Nolla Jornet
FARMHISPANIA, S.A.

Enric Moyés Valls
ALMIRALL S.A.

Xavier Solans Lampurlanés
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Grupo de Trabajo VGEL-PAIF*
VALORES GUÍA DE EXPOSICIÓN LABORAL A PRINCIPIOS ACTIVOS EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

En la Nota Técnica de Prevención (NTP) 798 "Industria farmacéutica: medidas preventivas de la exposición a principios activos" se propone un conjunto de recomendaciones preventivas para la manipulación de principios activos farmacéuticos (API -Active Pharmaceutical Ingredients-) basado en el establecimiento de 4 categorías atendiendo a su toxicidad y potencia farmacológica.
Sin embargo, con el paso del tiempo se ha visto que estas recomendaciones preventivas plantean dificultades cuando se manipulan principios activos clasificados en la categoría 3, ya que ésta cubre un intervalo de toxicidad y potencia farmacológica muy amplios, lo que provoca que sustancias con toxicidades y potencias muy distintas sean tratadas con un mismo sistema de contención y unas mismas medidas preventivas. Por este motivo, se ha considerado conveniente diferenciar entre API potentes y aquellos principios activos cuya potencia y toxicidad no permitiría su clasificación como tales, estableciendo unas recomendaciones preventivas distintas.
Esta NTP, que actualiza la NTP 798, propone un nuevo sistema para la clasificación de principios activos, constituido por cinco categorías, basado en los dos sistemas de referencia en la industria farmacéutica, el sistema de Naumann y el sistema de SafeBridge, con el objetivo de diferenciar de un modo más preciso los principios activos en base a su potencia y toxicidad, revisando los criterios para su clasificación en cada categoría.

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 metodología "clásica" en higiene industrial para realizar la evaluación de la exposición por inhalación a sustancias peligrosas en el lugar de trabajo es mediante la medición de la concentración del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con su Valor Límite Ambiental. Esta forma de actuación precisa de las siguientes condiciones:

- La concentración muestreada es representativa de lo que el trabajador está respirando realmente.
- Se dispone de un valor límite de exposición profesional (LEP) y se conoce el nivel de exposición al cual se producen los efectos adversos en la salud.
- Se dispone de una metodología analítica que permite cuantificar este límite de exposición.

Si alguna de estas condiciones no se cumple, la medición ambiental tiene un valor limitado para la realización de esta evaluación de la exposición de forma correcta.

La aparición a principios de los años 90 de nuevos principios activos y de una forma muy rápida, inicialmente con una potencia farmacológica y toxicidad desconocidos o con potencias y/o toxicidades muy elevadas, requirió el uso de alternativas al establecimiento de valores LEP. Esta alternativa a la higiene industrial clásica fue la adopción de una estrategia basada en:

- Una clasificación de peligrosidad, utilizada para asignar las sustancias a una de las distintas categorías de peligro para la salud, considerando parámetros relacionados con la potencia farmacológica, toxicidad y severidad de los efectos.
- La existencia de unas estrategias de actuación definidas para cada categoría, para el control de la exposición y protección de los trabajadores y del medio ambiente.

Este sistema se conoce como evaluación cualitativa o *control banding* (bandas de control), y ofrece una solución más sencilla para el control de la exposición laboral

(*) *Han colaborado en la elaboración de la NTP los siguientes miembros del Grupo de Trabajo:*
Antonio Márquez (Farmhispania); Joaquin Díez y Cristina Urrutia (Laboratorios Cinfa); Mónica Sánchez y César Valera (Boehringer Ingelheim España S.A.); Xavier Guardino y Nuria Jiménez (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo); Sergi Palomino (Esteve S.A.); Cristina Cabañas y Núria Campaña (Merck S.L.U.); Estefanía Carrasco (Ferrer Internacional S.A.); Jordi Jansá y Sílvia Moix (Interquim S.A.); Concepción González (Grupo Uriach).

a los contaminantes presentes en el lugar de trabajo. Un sistema de *control banding* permite clasificar un compuesto concreto en una categoría de peligrosidad, que se corresponde a un intervalo de concentración ambiental, unos controles de ingeniería y administrativos, unos equipos de protección individual, etc. necesarios para garantizar su manipulación segura. Si bien el término "*control banding*" es, en general, el más utilizado para la evaluación cualitativa del riesgo derivado de la exposición a sustancias químicas, en la industria farmacéutica se emplea habitualmente el término "sistema de categorías".

Actualmente, en esta industria se pueden hallar dos sistemas de referencia para principios activos farmacéuticos (APIs- *Active Pharmaceutical Ingredients)*: el sistema de Naumann *et al* (1996), que clasifica los principios activos en 5 categorías (véase NTP 722 "Los fármacos en la industria farmacéutica (II): control de la exposición por categorías"), y el sistema SafeBridge (2005), que diferencia 4 categorías (véase NTP 798 "Industria farmacéutica: medidas preventivas de la exposición a principios activos"). A partir de estos dos sistemas, en la NTP 798 se propone un sistema preventivo en cuatro categorías que incorpora, por un lado, las recomendaciones preventivas establecidas por ambos sistemas para la manipulación de estos compuestos, y, por otro, la experiencia de los miembros del Grupo de Trabajo VGEL-PAIF.

Sin embargo, con el tiempo se ha observado que este conjunto de recomendaciones preventivas plantea dificultades cuando se manipulan principios activos clasificados en la categoría 3, ya que ésta cubre un intervalo de toxicidades y un margen de OEL (*Occupational Exposure Limits*) muy amplios. Esto provoca que sustancias de potencias y toxicidades muy distintas sean consideradas en una misma categoría, aplicando las mismas medidas preventivas. Sin embargo, en la práctica puede ser conveniente diferenciar entre APIs con potencia moderada, APIs potentes, APIs muy potentes (HPAPI -*Highly Potent Active Pharmaceutical Ingredients*-) y APIs con una potencia que no permite su clasificación como tales. En este sentido, se pueden mencionar cuatro características habitualmente empleadas en la industria farmacéutica para determinar si un principio activo farmacéutico o producto intermedio, debe ser considerado como "potente":

- Actividad biológica alrededor de 15 µg/kg de peso corporal, o menor, en humanos, o una dosis terapéutica diaria de 1 mg/día o menor.
- Límite de exposición laboral (OEL -*Occupational Exposure Limit*-) igual o menor de 10 µg/m^3 (o de 1 µg/m^3 en el caso de los HPAPI).
- Elevada selectividad (capacidad de unirse a receptores específicos o inhibir enzimas específicos) y/o tener el potencial de provocar cáncer, mutaciones, efectos sobre el desarrollo o toxicidad para la reproducción a bajas dosis.
- Compuesto nuevo, de potencia y toxicidad desconocidas.

Esta diferenciación en cuanto a la potencia de los principios activos clasificados en la categoría 3 ya se introducía en la Nota Técnica de Prevención (NTP) 879 "Fabricación de principios activos farmacéuticos y medicamentos potentes. Instalaciones y personal" cuando se menciona la posibilidad de su clasificación como categoría 3 "altos y bajos", con unas implicaciones prácticas en cuanto instalaciones y medidas preventivas.

Por todo lo expuesto, se ha puesto de manifiesto la necesidad de actualizar la NTP 798, con el objetivo de establecer un sistema de contención y medidas preventivas más específico y acorde a la toxicidad y potencia de los principios activos.

Esta NTP propone un nuevo sistema con cinco categorías, basado en los dos sistemas de referencia en esta industria: el sistema de Naumann y el sistema de SafeBridge (comentados en las NTP 722 y 798, respectivamente), revisando los criterios para la clasificación de los principios activos en cada categoría. Entre los cambios propuestos se puede destacar la diferenciación de los productos cancerígenos, dependiendo de su genotoxicidad, o el tratamiento de las sustancias clasificadas como tóxicas para la reproducción, dónde hay un gran abanico de posibilidades según el órgano diana y el valor NOAEL (*Non Observed Adverse Effect Level*).

2. EL SISTEMA DE CATEGORÍAS

Durante muchos años, como se conocía que los compuestos farmacéuticos, además del efecto terapéutico, potencialmente también podían provocar efectos en la salud humana a bajas concentraciones (hormonas esteroideas, opiáceos, hormonas peptídicas y prostaglandinas, etc.), se trabajó la exposición laboral a estas sustancias de forma individual "compuesto a compuesto". Esto suponía el establecimiento de valores Límite de Exposición Profesional (LEP), similares a los TLV (Valores Límite Umbral -*Threshold Limit Values*-) elaborados por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist), para cada una de las sustancias, con sus respectivos métodos de toma de muestras y análisis para realizar el control de la exposición de los trabajadores. Sin embargo, a finales de los años 80 y principios de los 90, con la explosión de la biología molecular y de la biotecnología, hubo un incremento sin precedentes de la naturaleza y del volumen de nuevas moléculas que entraron en los entornos de investigación y fabricación de la industria farmacéutica. Se desarrollaron compuestos nuevos y de toxicidad y potencia desconocidas a un ritmo demasiado rápido para poder establecer estos valores límite. Además, los compuestos eran cada vez más potentes, con el correspondiente incremento en el riesgo para la salud de los trabajadores asociado a su manipulación, tanto en procesos de investigación y desarrollo como de fabricación.

Frente a este escenario, los representantes de salud laboral de cinco empresas farmacéuticas (Syntex (USA) Inc., Merck and Co., Inc., Eli Lilly and Co., Abbott Labs y The Upjohn Co.), que habían identificado esta situación como un problema importante, se reunieron para discutir el desarrollo de un "sistema de gestión seguro de compuestos potentes" para una correcta manipulación de las nuevas moléculas y productos farmacéuticos. Tras dos años de reuniones trimestrales, durante los cuales se evaluaron los distintos tipos de riesgos a los que se enfrentaban, determinaron que un enfoque eficaz sería la implementación de la clasificación de los compuestos por categorías y un sistema para el control de la exposición y su manipulación.

Este enfoque del problema era similar al desarrollado por los Centers for Disease Control (CDC) de Estados Unidos para establecer los niveles de bioseguridad frente a la manipulación de agentes biológicos. Este sistema establecía cuatro niveles o categorías de microorganismos atendiendo a su patogenicidad y virulencia, desde un nivel 1 para los menos patógenos hasta un nivel 4 para los más patógenos, y la clasificación en los distintos

niveles implicaba la adopción de unas especificaciones de seguridad definidas que debían cumplir las instalaciones y de unos procedimientos de trabajo concretos para la manipulación de los microorganismos (niveles de bioseguridad). Así apareció la idea que los principios activos farmacéuticos podrían ser tratados mediante un sistema similar, en el que las características de toxicidad y potencia farmacológica de los compuestos se asociaran con la adopción de unos controles de la exposición y procedimientos de trabajo adecuados para su manipulación segura (sistema "*hand in glove*").

Sin embargo, en el momento de decidir el número de categorías necesarias para implantar este sistema, se vio que se podían establecer un número casi infinito de categorías o niveles en base a la información sobre la toxicidad y potencia farmacológica de estas sustancias; pero también se observó que las formas de controlar el riesgo para la manipulación segura de estos compuestos son limitadas, lo que en la práctica significaba un número de categorías también limitado.

Finalmente, a partir de la información recogida por estas compañías en su histórico de resultados obtenidos en los controles ambientales realizados en las operaciones con estos compuestos, se establecieron cinco categorías para las que se proponía un conjunto de recomendaciones preventivas acerca del ambiente de trabajo, control de procesos, técnicas y equipos de protección individual (Naumann, *et al* 1996). Este sistema se basa en la asociación de dos variables:

- La clasificación de los compuestos en categorías según su peligrosidad, atendiendo a sus propiedades toxicológicas y farmacológicas.
- La existencia de unas estrategias preventivas definidas para proporcionar un nivel de control de la exposición de los trabajadores y del ambiente para cada categoría.

Si bien el objetivo inicial de este sistema era desarrollar un conjunto de recomendaciones que se pudiera aplicar como modelo para la totalidad de la industria farmacéutica, enseguida se vio que este objetivo no era posible; las sustancias terapéuticas manipuladas eran diferentes en las cinco compañías participantes en el estudio, lo cual era de esperar, pero además resultó que tanto los entornos de trabajo y equipos, como el diseño, la construcción y los procedimientos utilizados diferían significativamente de una compañía a otra, ya que cada una tenía su propio conjunto de áreas terapéuticas e instalaciones de fabricación. Por este motivo se revisó este objetivo inicial, pasando las recomendaciones propuestas para cada categoría a ser consideradas como un sistema general que cada compañía podría personalizar según sus necesidades.

Este hecho es muy importante, porque permite interpretar las categorías como un "sistema abierto", adaptable a las necesidades propias de las operaciones o sustancias manipuladas en cada momento, y que el número de categorías elegido puede variar atendiendo a los principios activos farmacéuticos que se manipulen y de los sistemas de control que se hayan implementado. Así, en determinados casos puede ser conveniente definir algún nivel más para poder afinar con más precisión el grado de peligrosidad de los productos y poder diferenciar mejor la manera de trabajar con ellos. Y es que no hay que perder de vista que el sistema de categorías es un medio para obtener un sistema preventivo acorde a la peligrosidad de las sustancias y no un fin en sí mismo. Esto supone que cada planta farmacéutica, independientemente del sistema utilizado, y dependiendo de los principios activos manipulados, puede adaptar esta clasificación a sus necesidades según las características de sus productos, operaciones a realizar, instalaciones, etc. y la experiencia previa a partir de los resultados obtenidos del control ambiental de la exposición según la toxicidad y potencia características de los principios activos manipulados.

Otro aspecto muy importante es asumir que algo es peligroso hasta que no se demuestre lo contrario. Esta idea resulta en el establecimiento de una categoría "por defecto" para aquellas sustancias nuevas o para las que exista poca información para permitir su clasificación en una categoría concreta.

Finalmente hay que destacar la función que, en la práctica, ha alcanzado este sistema de categorías como herramienta de comunicación, mostrándose muy útil para informar a los trabajadores sobre el grado de peligrosidad de las sustancias que se manipulan y las medidas preventivas a adoptar. Así, una vez que ha sido comprendido por toda la organización, el significado de una determinada categoría se convierte en un nuevo lenguaje que permite comunicar rápidamente el riesgo asociado a las sustancias manipuladas y los controles necesarios para prevenir la exposición.

3. CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS

La aplicación de nuevos elementos en el ámbito toxicológico y farmacológico ha permitido el establecimiento de criterios más objetivos a la hora de categorizar los APIs. Esta estandarización de criterios toxicológicos y farmacológicos de los principios activos obedece a una nueva orientación, más homogénea, en cuanto a la clasificación y establecimiento de medidas preventivas dirigidas a proteger a los trabajadores y su entorno.

Las características de toxicidad y de potencia farmacológica más relevantes para clasificar los principios activos en las distintas categorías se indican en la tabla 1 (se ha considerado cuando ha sido posible los criterios de clasificación del Reglamento (CE) Nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP)). Entre estos criterios se pueden destacar:

- La toxicidad a dosis repetidas**,** que permite valorar los efectos adversos a largo plazo en función de la dosis administrada. Cuantos más estudios y de mayor duración se disponga, el valor de NOAEL seleccionado será más robusto.
- La toxicidad para la reproducción y desarrollo, que permite valorar el nivel de exposición al que se pueden producir efectos adversos para la fertilidad y el desarrollo del feto.
- La genotoxicidad, importante especialmente cuando existan resultados positivos de estudios de mutagénesis "*in vivo*".
- La dosis terapéutica, importante si el API tiene efectos a niveles inferiores del NOAEL más bajo.

Además, se incluyen también otros criterios que pueden ser relevantes para la clasificación de algunas sustancias, como por ejemplo: sensibilización, tiempo de semivida, reversibilidad de los efectos secundarios, etc. En la tabla 2 se definen los diferentes términos toxicológicos y farmacológicos empleados para el establecimiento de las categorías.

También puede ser un aspecto relevante el valorar la familia terapéutica a la que pertenece el API, ya que en numerosas ocasiones comparten mecanismos de acción

CRITERIO	CATEGORÍAS				
Toxicológicos	**1**	**2**	**3A**	**3B**	**4**
OEL	>1000 µg/m³	1000-100 µg/m³	100-10 µg/m³	10-1 µg/m³	<1 µg/m³
Toxicidad aguda oral (mg/kg)	>2000	2000-300	300-50	50-5	< 5
Toxicidad a dosis repetidas (mg/kg /día) (NOAEL/NOEL)* según especie	>100	100-10	10-1	1-0.1	<0.1
Toxicidad para la reproducción y desarrollo (mg/kg/día) (NOAEL/NOEL) según especie (conejo o rata)	>300	300-30	30-3 Sospechoso H361 (Cat 2)	3-0.3 Evidencia en animales H360 (Cat 1B)	<0.3 Evidencia en humanos H360 (Cat. 1A)
Mutagenicidad	No evidencias	Evidencias poco relevantes o equívocas	Sí (*in vitro*) Evidencia limitada	Sí (*in vivo*) Evidencia en animales H341 (Cat. 2) H340 (Cat. 1B)	Sí (*in vivo*) Evidencia en humanos H340 (Cat. 1A)
Carcinogenicidad	Negativo	Efectos (sólo) a dosis elevadas o especifico de especies	Sospechoso H351 (Cat. 2)	Evidencia en animales H350 (Cat. 1B)	Evidencia en humanos H350 (Cat. 1A)
Sensibilización	Sin efectos	Sin efectos	Efectos locales	Confirmado por estudios toxicológicos en piel (sistémicos moderados)	Confirmado en estudios toxicológicos a nivel respiratorio (sistémicos severos)
Farmacológicos					
Efectos Secundarios	Muy Leves	Leves	Moderados	Graves	Muy Graves
Reversibilidad a dosis repetidas	Sí	Sí	Parcialmente	Irreversibles sin criticidad	Irreversibles
Sintomatología de los efectos adversos	Sin efectos adversos	De aparición inmediata	A medio plazo	A largo plazo	Efectos graves sin sintomatología
Contraindicaciones terapéuticas	No	Restricciones limitadas	Moderadas	Graves	Muy graves
Tiempo de semivida de eliminación	Eliminación rápida	Eliminación rápida	Eliminación moderada	Eliminación lenta	Acumulación
Dosis terapéuticas o potencia** (mg/día)	>100	100-10	10-1	1-0,1	<0,1

* *NOAEL/NOEL: Los valores propuestos son orientativos, ya que el margen de seguridad a aplicar al valor NOAEL/NOEL para establecer un nivel de exposición segura dependerá de distintas variables (especie, calidad de los datos, severidad de los efectos adversos observados a las dosis inmediatamente superiores, etc.). Como criterio toxicológico para toxicidad repetida se utiliza el NOAEL de la especie más próxima a humanos y de tiempo de estudio más largo.*

** *Dosis terapéuticas o potencia: Es un indicador a considerar, pero está sujeto a efectos en órganos críticos o diferencias de biodisponibilidad según vía de administración. Se deben considerar posibles efectos secundarios a dosis subterapéuticas, especialmente en algunos tipos de fármacos (oncológicos, inmunosupresores, etc.).*

Tabla 1. Criterios toxicológicos y de potencia farmacológica para el establecimiento de las categorías.

farmacológica y toxicológica. Son ejemplos de familias terapéuticas:

- Potencia Baja: Analgésicos, antinflamatorios.
- Potencia Media: Antivirales.
- Potencia Alta o Muy Alta: Hormonas, estrógenos, citotóxicos.

La concentración de 1 µg/m³ marca la separación entre las categorías 3B y 4; esta concentración supone actualmente una "barrera tecnológica" en los equipos e instalaciones respecto a la implantación de los niveles de contención.

Es importante considerar el establecimiento de límites numéricos en el contexto del sistema de categorías ya que permite asegurar que una determinada categoría proporciona el nivel de protección necesario para no superar ese valor límite. Cuando una sustancia se clasifica sin tener establecido un valor OEL, la categoría a la que se asigna fija ya el nivel de contención a conseguir. Esto sucede con productos poco conocidos, en fases iniciales del desarrollo, o con intermedios de síntesis, para los que no se dispone de tanta información toxicológica y clínica como en el caso de los APIs. En estos casos, se puede conseguir rápidamente un mínimo de información de la siguiente forma:

- Considerando las características de otros compuestos conocidos estructuralmente similares.

- Mediante el uso de técnicas "*in silico*", tales como los programas Derek, entre otros.
- Mediante la realización de estudios toxicológicos básicos, como por ejemplo, toxicidad oral aguda en rata, test de Ames, test de irritación ocular y/o dérmica, test de toxicidad dérmica, test de sensibilización, etc.
- En el caso de productos intermedios estructuralmente similares a los principios activos, como es el caso de los intermedios precursores, es útil la realización de los mismos estudios de *screening* para determinar su posible actividad biológica, y compararla con la del API.

Cuando se desconocen las propiedades toxicológicas y potencia farmacológica del API se recomienda clasificarlo por defecto en la categoría 3A, a no ser que se disponga de evidencias que indiquen que el compuesto puede provocar efectos farmacológicos o toxicológicos a dosis muy bajas, en cuyo caso se recomienda su clasificación en la categoría 3B.

CRITERIO	DEFINICIÓN
Potencia	En farmacología, expresión de la actividad de un fármaco, en términos de la concentración o la cantidad necesaria para producir un efecto definido, o en relación con el efecto máximo alcanzable. Se suele emplear en farmacología experimental, también como relación entre la cantidad de un fármaco y su efecto, y suele medirse como la concentración a la que un fármaco produce la mitad del efecto máximo posible. Un fármaco más potente (es decir, que necesita menor dosis para producir un mismo efecto) no es necesariamente más eficaz que otro.
Toxicidad aguda	Capacidad de una sustancia para producir efectos adversos dentro de un corto plazo de tiempo (usualmente hasta 14 días) después de la administración de una dosis única (o una exposición dada) o tras dosis o exposiciones múltiples en 24 h.
Toxicidad a dosis repetidas	Capacidad de una sustancia para producir efectos adversos consecuentes a una exposición prolongada; éstos pueden aparecer durante o después de interrumpida la exposición.
Toxicidad para el desarrollo	Estudio de los efectos adversos de los tóxicos sobre el desarrollo de los organismos (anormalidades estructurales, alteración del nacimiento, deficiencias funcionales o muerte) como consecuencia de la exposición de cada padre antes de la concepción, o durante los períodos pre y postnatal, hasta la maduración sexual.
Toxicidad para la reproducción	Estudio de los efectos adversos no hereditarios de las sustancias sobre el embrión, feto, neonato y mamífero prepúber, y sobre los sistemas reproductor y endocrino del adulto.
Mutagenicidad	Capacidad de un agente biológico, químico o físico para inducir cambios heredables.
Carcinogénesis	Proceso de inducción de neoplasias malignas por agentes físicos, químicos o biológicos.
Sensibilización	Proceso inmunitario por el que un individuo se convierte en hipersensible a sustancias (medicamentos, cosméticos, polvos, polen, caspa, etc.) que le hacen desarrollar una reacción alérgica cuando se expone posteriormente al material sensibilizante (alérgeno).
Dosis terapéutica	Dosis de una sustancia que origina un efecto definido en un sistema dado; la DE-50 es la dosis que causa el 50% del efecto máximo.
Familia terapéutica	Grupos de principios activos farmacéuticos según efecto farmacológico.
Efectos secundarios	Cambio en la morfología, fisiología, crecimiento, desarrollo o tiempo de vida de un organismo, con afectación de su capacidad funcional o de la homeostasis, o un incremento de su susceptibilidad a los efectos dañinos de influencias ambientales.
Reversibilidad a dosis repetidas	Efecto experimentado por una función o estructura normal, que vuelve o no a su situación primitiva o dentro de los límites normales cuando cesa la exposición.
Sintomatología de los efectos adversos	Descripción general de los signos y síntomas que puede experimentar un individuo.
Contraindicaciones terapéuticas	Situación que transforma en inconveniente o indeseable una actuación o tratamiento.
Tiempo de semivida de eliminación	Tiempo requerido para que la cantidad de una sustancia presente en un sistema biológico se reduzca a la mitad, predominantemente por procesos biológicos, cuando el ritmo de eliminación es aproximadamente exponencial.

Tabla 2. Glosario de términos toxicológicos y farmacológicos empleados para el establecimiento de las categorías. (Duffus y cols. 1993)©.

BIBLIOGRAFÍA

ADER, A, FARRIS, J. AND KU R.
Occupational health categorization and compound handling practice systems -roots, application and future.
Chemical Health & Safety, 2005: 20-26.

CALHOUN D, COLER A AND NIEUSMA J.
Strategies for preventing occupational exposure to potent compounds.
Toxicology Mechanisms and Methods, 2011; 21(2): 93-96.

DOLAN, DG, NAUMANN, BN, *ET AL.*
Application of the threshold of toxicological concern concept to pharmaceutical manufacturing operations.
Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2005; 43: 1-9.

FARRIS, J. ADER, A AND KU R.
History, implementation and evolution of the pharmaceutical hazard categorization and control system.
Chemistry Today 2006: 24 (2); 5-10.

NAUMANN B.N.,SARGENT E., STARKMAN B., *ET AL*.
Performance-based exposure control limits for pharmaceutical active ingredients.
American Industrial Hygiene Association Journal, 1996: 57 (1); 33-42.

NAUMANN B N.
Control banding in the pharmaceutical industry.
*(*ftp://ftp.cdc.gov/pub/Documents/OEL/12.%20Niemeier/References/Naumann%20(ControlBanding)_2008_AIOH.pdf).

DUFFUS, J. H. *ET AL*.
Glosario de términos usados en toxicología. Recomendaciones de IUPAC - 1993.
Pure and Appl. Chem, 1993: 65 (9); 2003-2122.

SOLANS X, OBIOLS J Y GUARDINO X.
Industria farmacéutica: medidas preventivas de la exposición a principios activos.
Nota Técnica de Prevención (NTP) 798. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2008.

ZALK D AND NELSON D.
History and evolution of control banding: a review.
Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2008; 5 (5): 330-346.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.105

Industria farmacéutica: medidas para la prevención de la exposición a principios activos

Pharmaceutical industry: measures to prevention of exposure to active ingredients
Industrie pharmaceutique: mesures pour la prévention de l'exposition à des ingrédients actifs

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Albert Nolla Jornet
FARMHISPANIA, S.A.

Raquel Bou Bosch
MEDICHEM S.A.

Begoña López Román
ESTEVE S.A.

Enric Moyés Valls
ALMIRALL S.A.

Xavier Solans Lampurlanés
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Grupo de Trabajo VGEL-PAIF*
VALORES GUÍA DE EXPOSICIÓN LABORAL A PRINCIPIOS ACTIVOS EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

En la Nota Técnica de Prevención (NTP) 798 "Industria farmacéutica: medidas preventivas de la exposición a principios activos" se propone un conjunto de recomendaciones preventivas para la manipulación de principios activos farmacéuticos (API -Active Pharmaceutical Ingredients-) basado en el establecimiento de 4 categorías atendiendo a su toxicidad y potencia farmacológica.
Sin embargo, con el paso del tiempo se ha visto que estas recomendaciones preventivas plantean dificultades cuando se manipulan principios activos clasificados en la categoría 3, ya que ésta cubre un intervalo de toxicidad y potencia farmacológica muy amplios, lo que provoca que sustancias con toxicidades y potencias muy distintas sean tratadas con un mismo sistema de contención y unas mismas medidas preventivas.
Esta NTP, que actualiza la 798, a partir de los criterios para la clasificación de los principios activos en categorías establecidas en la NTP 1.104, propone un conjunto de recomendaciones preventivas para la manipulación de los principios activos en cada una de estas categorías.

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 estrategia de "*control banding*", como alternativa a la higiene industrial clásica, ofrece una solución sencilla para el control de la exposición laboral a los contaminantes presentes en el lugar de trabajo. Un sistema de *control banding* permite clasificar un compuesto concreto en una categoría de peligrosidad, que se corresponde a un intervalo de concentración ambiental, controles de ingeniería y administrativos, equipos de protección individual, etc. necesarios para garantizar su manipulación segura. Esta metodología, conocida en la industria farmacéutica como "sistema de categorías", se basa en:

- Una clasificación de peligrosidad, utilizada para asignar una sustancia a una de las distintas categorías de peligro para la salud, considerando parámetros relacionados con la potencia farmacológica, toxicidad y severidad de los efectos.
- La existencia de unas estrategias de actuación definidas para cada categoría, para el control de la exposición y protección de los trabajadores y del medio ambiente.

Si bien en la NTP 798 "Industria farmacéutica: medidas preventivas de la exposición a principios activos" se proponía un conjunto de recomendaciones preventivas para la manipulación de principios activos farmacéuticos (API- *Active Pharmaceutical Ingredients*-) basado en el establecimiento de cuatro categorías, con el tiempo se ha observado la dificultad que se plantea cuando se manipulan principios activos clasificados en la categoría 3, ya que ésta cubre un intervalo de toxicidades y un margen de OEL (*Occupational Exposure Limits*) muy amplios. Esto provoca que sustancias de potencias y toxicidades muy distintas sean consideradas en una misma categoría, aplicando las mismas medidas preventivas.

Por este motivo, se ha considerado necesario actualizar esta NTP. Así, una vez revisados los criterios para la clasificación de los principios activos en un nuevo sistema constituido por cinco categorías (véase NTP 1.104), en esta NTP se establece un sistema de contención y medidas preventivas más específico y acorde a la toxicidad y potencia farmacológica de los principios activos.

(*) Han colaborado en la elaboración de NTP los siguientes miembros del Grupo de Trabajo:
Antonio Márquez (Farmhispania); Joaquin Díez y Cristina Urrutia (Laboratorios Cinfa); Mónica Sánchez y César Valera (Boehringer Ingelheim España S.A.); Xavier Guardino y Nuria Jiménez (Centro Nacional de Condiciones de Trabajo); Sergi Palomino (Esteve S.A.); Cristina Cabañas y Núria Campaña (Merck S.L.U.); Estefanía Carrasco (Ferrer Internacional S.A.); Jordi Jansá y Sílvia Moix (Interquim S.A.); Concepción González (Grupo Uriach).

2. CATEGORÍAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

La clasificación de una sustancia en una determinada categoría lleva asociado un conjunto de medidas preventivas. La tabla 1 muestra las recomendaciones relativas a los ambientes de trabajo, controles de ingeniería, procedimientos de trabajo, equipos de protección personal, gestión de residuos, etc., a fin de mantener la exposición por debajo de los niveles fijados para cada categoría según la peligrosidad de las sustancias. Estas recomendaciones están basadas en la experiencia en el control de la exposición y una contención y controles satisfactorios empleados para los compuestos según sus características de potencia y toxicidad y recogen, por un lado, las medidas preventivas propuestas por los sistemas de categorías de Naumann y de SafeBridge (comentadasen las NTP 722 y 798, respectivamente) y, por otro, la propia experiencia práctica en la aplicación de estas medidas de los miembros del Grupo de Trabajo VGEL-PAIF (Valores Guía de Exposición Laboral a Principios Activos).

Este conjunto de recomendaciones no es exhaustivo, y debe tomarse como referencia, adecuándose en cada caso a los resultados de la evaluación de riesgos del proceso, asociado al conjunto de características del propio proceso o de la fase productiva y al principio activo manipulado. Y es que, como ya se indicaba en la NTP 798, aparte de la potencia farmacológica y la toxicidad de los principios activos, que definen su inclusión en una determinada categoría, deben tenerse en cuenta también otros factores que, aunque no afectan directamente a la potencia y toxicidad propias del principio activo (y por lo tanto, no varían su categoría), sí pueden hacer variar los requerimientos para su manipulación y la adopción de medidas preventivas concretas; variables como la cantidad de producto a manipular, o su concentración, las características físicas, especialmente las referentes al tamaño de partícula en el caso de polvo, o de la presión de vapor en el caso de líquidos, la duración del trabajo o la escala de operación del propio proceso de fabricación o manipulación, deben ser también consideradas a la hora de abordar esta cuestión. Por lo tanto, a partir de las recomendaciones preventivas que se indican para cada categoría se pueden desarrollar sistemas específicos basados en estas recomendaciones comunes y aplicarlas atendiendo a sus necesidades, para establecer un sistema preventivo acorde a la peligrosidad de las sustancias manipuladas y a los resultados de la evaluación de riesgos.

Finalmente hay que tener en cuenta que, si bien el sistema de categorías permite asociar la manipulación de estos compuestos a entornos de trabajo, prácticas de trabajo, y equipos de protección individual a emplear, la implantación de este sistema no elimina la necesidad de realizar la evaluación cuantitativa de los riesgos; el desarrollo de valores OEL y de metodologías validadas para el control ambiental son muy importantes a fin de conocer la exposición de los trabajadores y prevenir sus efectos sobre la salud, así como verificar, y documentar, la eficacia de las medidas preventivas adoptadas.

	Categoría 1 OEL (>1000 µg/m³)	**Categoría 2** OEL (1000-100 µg/m³)	**Categoría 3A** OEL (100-10 µg/m³)	**Categoría 3B** OEL (10-1 µg/m³)	**Categoría 4** OEL (<1 µg/m³)
RECOMENDACIONES GENERALES					
Acceso	• Limitar la entrada en el área a personal autorizado exclusivamente.	• Limitar la entrada en el área a personal autorizado exclusivamente.	• Limitar la entrada en el área a personal autorizado exclusivamente.	• Se recomienda control de acceso al área de trabajo y acceso restringido al personal autorizado, limitando las actividades en la zona al personal debidamente formado y médicamente apto.	• Se requiere control de acceso al área de trabajo y acceso restringido al personal autorizado, limitando las actividades en la zona al personal debidamente formado y médicamente apto.
Señalización			• Se recomienda señalización de las áreas de trabajo, indicando el compuesto y los riesgos asociados.	• Señalización de las áreas de trabajo, indicando el compuesto y los riesgos asociados.	• Señalización de las áreas de trabajo, indicando el compuesto y los riesgos asociados.
Otros	• Todos los procedimientos deben ser desarrollados cuidadosamente para minimizar la exposición a través de todas las rutas potenciales.	• Todos los procedimientos deben ser desarrollados cuidadosamente para minimizar la exposición a través de todas las rutas potenciales.	• Todos los procedimientos deben ser desarrollados cuidadosamente para minimizar la exposición a través de todas las rutas potenciales.	• Todos los procedimientos deben ser desarrollados cuidadosamente para minimizar la exposición a través de todas las rutas potenciales, prestando especial atención a los riesgos asociados a la toxicidad del compuesto (por ej. controles de la contención, selección de EPIs, transferencia de material, descontaminación...). • Es necesario realizar una evaluación de riesgos del proceso teniendo en cuenta las desviaciones.	• Todos los procedimientos deben ser desarrollados cuidadosamente para minimizar la exposición a través de todas las rutas potenciales, prestando especial atención a los riesgos asociados a la toxicidad del compuesto (por ej. controles de la contención, selección de EPIs, transferencia de material, descontaminación...). • Es necesario realizar una evaluación de riesgos del proceso teniendo en cuenta las desviaciones.

Tabla 1. Recomendaciones preventivas para la manipulación de principios activos farmacéuticos. (Continua en páginas siguientes)

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3A	Categoría 3B	Categoría 4
NIVEL DE CONTENCIÓN					
Consideraciones generales	• No son necesarios sistemas de contención. • Limitar la manipulación sin sistemas de contención únicamente a las operaciones que generen poco polvo y a las disoluciones, siempre que esté justificado por una evaluación de riesgos (cualitativa o cuantitativa).	• No son necesarios sistemas de contención. • Limitar la manipulación sin sistemas de contención únicamente a las operaciones que generen poco polvo y a las disoluciones, siempre que esté justificado por una evaluación de riesgos (cualitativa o cuantitativa). • Reforzar los sistemas cerrados (por ej. válvula mariposa partida) para el trasvase de material y la contención del proceso, limitando la manipulación en abierto de polvo.	• Limitar la manipulación sin sistemas de contención únicamente a las operaciones que generen poco polvo y a las disoluciones, siempre que esté justificado por una evaluación de riesgos (cualitativa o cuantitativa). • Reforzar los sistemas cerrados (por ej. válvula mariposa partida) para el trasvase de material y la contención del proceso, limitando la manipulación en abierto de polvo. • Se requieren separaciones, barreras y otros sistemas para evitar la migración de material a zonas no controladas.	• Prohibir la manipulación de polvo sin sistemas de contención. • Reforzar los sistemas cerrados para el trasvase del material y contención del proceso para reducir la exposición potencial. • Se requieren separaciones, barreras y otros sistemas para evitar la migración de material a zonas no controladas. • Tecnologías de contención para evitar las emisiones o salida de material en el área de trabajo y a zonas adyacentes. • Se recomienda que los sistemas de contención dispongan de procedimientos de control que garanticen la contención y ausencia de fugas (por ej. test de fugas, SMEPAC test...).	• Prohibir la manipulación de polvo sin sistemas de contención. • Reforzar los sistemas cerrados para el trasvase del material y contención del proceso para reducir la potencial exposición. • Tecnologías de contención para evitar las emisiones o salida de material en el área de trabajo y a zonas adyacentes. • Todos los sistemas de contención deben disponer de procedimientos de control que garanticen la contención y ausencia de fugas (por ej. test de fugas, SMEPAC test...). • Automatización de los procesos, si es posible, y sistemas a prueba de fallo. • Cuando sea posible, realizar las operaciones a distancia. • Minimizar la intervención humana.
Manipulación de polvo	• Se recomienda el confinamiento de las operaciones que generen polvo o extracción localizada en el foco de emisión para cantidades superiores a 1 kg, por medio de sistemas cuyo diseño garantice una contención inferior al límite de exposición.	• Se recomienda el confinamiento de las operaciones que generen polvo o extracción localizada en el foco de emisión para cantidades superiores a 100 g, por medio de sistemas cuyo diseño garantice una contención inferior al límite de exposición. • Operaciones como molturación, tamizado, micronizado, pulverización o fluidificación se deben realizar con mecanismos reductores de emisiones, según la evaluación de riesgos y en la medida de lo técnicamente posible. En caso necesario se deberá complementar el control de la exposición mediante el uso de EPIs.	• Se recomienda el confinamiento de las operaciones que generen polvo o extracción localizada en el foco de emisión para cantidades superiores a 100 g, por medio de sistemas cuyo diseño garantice una contención inferior al límite de exposición. • Operaciones como molturación, tamizado, micronizado, pulverización o fluidificación se deben realizar con mecanismos reductores de emisiones, según la evaluación de riesgos y en la medida de lo técnicamente posible. En caso necesario se deberá complementar el control de la exposición mediante el uso de EPIs.	• Se requiere el confinamiento de las operaciones que generen polvo. • Realizar la transferencia de sólidos por medio de sistemas (por ej. *glove box*, cabinas de pesada, aisladores flexibles, sistemas neumáticos cerrados de transferencia de polvo, válvulas de mariposa partida (SBV) y otros sistemas flexibles o rígidos con conexión estanca) cuyo diseño garantice una contención inferior al límite de exposición. • Operaciones como molturación, tamizado, micronizado, pulverización o fluidificación se deben realizar con mecanismos reductores de emisiones.	• Se requiere realizar la transferencia de sólidos por medio de sistemas de contención (por ej. *glove box*, aisladores flexibles) cuyo diseño garantice una contención inferior al límite de exposición. • Operaciones como molturación, tamizado, micronizado, pulverización o fluidificación se deben realizar con mecanismos reductores de emisiones.
Manipulación de disoluciones				• Sistemas cerrados siempre que sea posible. • Pequeñas cantidades pueden manipularse sin contención ni extracción localizada (LEV) en procesos en que no exista la posibilidad de formación de aerosoles. • Los tanques de proceso deben estar cerrados. • Se recomienda tomar las muestras de proceso con muestreadores específicamente diseñados. • Se recomiendan tuberías soldadas o desconexiones rápidas antigoteo para evitar fugas y vertidos. • Se recomienda filtración en los venteos, y bombas con cierre mecánico y fáciles de limpiar.	• Sistemas cerrados siempre que sea posible. • Pequeñas cantidades pueden manipularse sin contención ni extracción localizada (LEV) en procesos en que no exista la posibilidad de formación de aerosoles. • Los tanques de proceso deben estar cerrados. • Se recomienda tomar las muestras de proceso con muestreadores específicamente diseñados. • Se recomiendan tuberías soldadas o desconexiones rápidas antigoteo para evitar fugas y vertidos. • Se recomienda filtración en los venteos, y bombas con cierre mecánico y fáciles de limpiar.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3A	Categoría 3B	Categoría 4
DISEÑO DE LAS ÁREAS DE PROCESO					
Recintos, entradas y salidas			• Considerar el uso de esclusas (SAS).	• Delimitar áreas limpias, sucias y zonas intermedias de descontaminación. • Se recomienda sistema de esclusas (SAS), preferentemente de apertura combinada alterna. • Se recomienda separación de esclusas (SAS) de personal y de material. • Se recomienda adoptar sistema de descontaminación del personal antes de abandonar el área (por ej. ducha nebulizada) para uso rutinario o en caso de emergencia.	• Establecer áreas de trabajo separadas y exclusivas. • Delimitar áreas limpias, sucias y zonas intermedias de descontaminación. • Se requiere sistema de esclusas (SAS), preferentemente de apertura combinada alterna. • Separación de esclusas (SAS) de personal y de material. • Sistema de descontaminación del personal antes de abandonar el área (por ej. ducha nebulizada) en caso de emergencia.
Vestuario	• Vestuario con taquillas y duchas.	• Vestuario con taquillas y duchas.	• Vestuario con taquillas y duchas.	• Vestuario con taquillas y duchas. Deberá ser contiguo y de paso obligatorio en las zonas productivas en las que se manipula producto en polvo.	• Vestuario con taquillas y duchas, contiguo a las zonas productivas y de paso obligatorio.
Construcción	• No existen necesidades especiales.	• Superficies de fácil limpieza.	• Superficies de fácil limpieza.	• Superficies lisas, sin poros, no adsorbentes, con el mínimo de salientes y de fácil limpieza. • Atención especial a la construcción de juntas de estanqueidad.	• Superficies lisas, sin poros, no adsorbentes, con el mínimo de salientes y de fácil limpieza. • Atención especial a la construcción de juntas de estanqueidad. • Siempre que sea posible, se recomienda que las superficies sean continuas.
VENTILACIÓN GENERAL					
Recomendaciones	• Ventilación general. En caso de no ser técnicamente posible, se requiere extracción localizada.	• Ventilación general. En caso de no ser técnicamente posible, se requiere extracción localizada.	• Ventilación general. En caso de no ser técnicamente posible, se requiere extracción localizada.	• Ventilación general.	• Ventilación general.
Renovaciones	• Se requiere un mínimo de 7 renovaciones de aire por hora en áreas donde se manipula principio activo en polvo.	• Se requiere un mínimo de 7 renovaciones de aire por hora en áreas donde se manipula principio activo en polvo.	• Se requiere un mínimo de 10 renovaciones de aire por hora en áreas donde se manipula principio activo en polvo.	• Se requiere un mínimo de 10 renovaciones de aire por hora en áreas donde se manipula principio activo en polvo.	• Se requiere un mínimo de 12 renovaciones de aire por hora en áreas donde se manipula principio activo en polvo.
Recirculación y flujo de aire	• Se permite la recirculación de aire si se dispone de un sistema adecuado de lavado/filtrado para mantener los niveles de exposición por debajo del 50% del límite de exposición en el área de producción. • Impedir o evitar la recirculación del aire del área de producción a otras áreas.	• Se permite la recirculación de aire si se dispone de un sistema adecuado de lavado/filtrado para mantener los niveles de exposición por debajo del 50% del límite de exposición en el área de producción. • Impedir o evitar la recirculación del aire del área de producción a otras áreas.	• Se permite la recirculación de aire si se dispone de un sistema adecuado de lavado/filtrado para mantener los niveles de exposición por debajo del 50% del límite de exposición en el área de producción. • Impedir o evitar la recirculación del aire del área de producción a otras áreas.	• Se recomienda sistemas de paso único. • Sólo se permite la recirculación de aire en situaciones concretas y con garantías (por ej. previo doble filtrado HEPA y únicamente hacia la misma zona). • Se recomienda sistemas de ventilación (HVAC) dedicados a la zona.	• Se recomienda sistemas de paso único. • Sólo se permite la recirculación de aire en situaciones concretas y con garantías (por ej. previo doble filtrado HEPA y únicamente hacia la misma zona). • Sistemas de ventilación (HVAC) dedicados a la zona.
Filtros	• La filtración en la salida es muy recomendable en las áreas en las que se manipula principio activo en polvo. La filtración en la salida es obligatoria si no se garantiza el límite de exposición.	• La filtración en la salida es muy recomendable en las áreas en las que se manipula principio activo en polvo. La filtración en la salida es obligatoria si no se garantiza el límite de exposición.	• La filtración en la salida es muy recomendable en las áreas en las que se manipula principio activo en polvo. La filtración en la salida es obligatoria si no se garantiza el límite de exposición.	• La filtración en la salida es obligatoria en las áreas en las que se manipula principio activo en polvo (filtros HEPA 13 o superior, preferentemente con sistema de cambio seguro) si no se garantiza el límite de exposición. • Los filtros deben ser de cambio seguro en zonas técnicas. • Se recomienda realizar prueba de integridad en cada cambio de filtros.	• La filtración en la salida es obligatoria en las áreas en las que se manipula principio activo en polvo (filtros HEPA 13 o superior, preferentemente con sistema de cambio seguro). • Los filtros deben ser de cambio seguro en zonas técnicas. • Se debe realizar prueba de integridad en cada cambio de filtros. • Se requieren puntos de acceso para inspección

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3A	Categoría 3B	Categoría 4
				• Se recomiendan puntos de acceso para inspección y limpieza de conductos si el diseño del sistema no garantiza la ausencia de contaminación en los mismos.	y limpieza de conductos si el diseño del sistema no garantiza la ausencia de contaminación en los mismos.
Relación de presiones				• Presión de aire negativa respecto a las áreas adyacentes en las áreas productivas en las que se manipula principio activo en polvo. • Establecer un sistema de cascada de presiones en las áreas productivas en las que se manipula principio activo en polvo, para aislarlas de las no productivas.	• Presión de aire negativa respecto a las áreas adyacentes. • Establecer un sistema de cascada de presiones en las áreas productivas para aislarlas de las no productivas.
EXTRACCIÓN LOCALIZADA					
Extracción localizada	• Recomendable extracción localizada en el foco de contaminación, particularmente en los procesos abiertos en los que se genera polvo, empleando los criterios habituales de diseño de ventilación de higiene industrial, siempre que la operación lo permita. • El aire se debe lavar o filtrar antes de ser expulsado al exterior.	• Recomendable extracción localizada en el foco de contaminación, particularmente en los procesos abiertos en los que se genera polvo, empleando los criterios habituales de diseño de ventilación de higiene industrial, siempre que la operación lo permita. • El aire se debe lavar o filtrar antes de ser expulsado al exterior.	• Recomendable extracción localizada en el foco de contaminación, particularmente en los procesos abiertos en los que se genera polvo, empleando los criterios habituales de diseño de ventilación de higiene industrial, siempre que la operación lo permita. • El aire se debe lavar o filtrar (preferentemente con filtros HEPA 13 o superior, recomendable de cambio seguro) antes de ser expulsado al exterior.		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)					
Protección respiratoria	• Usar equipos de protección respiratoria (EPR) adecuados al riesgo por inhalación, partiendo de la evaluación de riesgos y de sus características. • Si la evaluación de la exposición indica que ésta es menor que el valor límite, la protección respiratoria puede no ser necesaria.	• Usar equipos de protección respiratoria (EPR) adecuados al riesgo por inhalación, partiendo de la evaluación de riesgos y de sus características. • Si la evaluación de la exposición indica que ésta es menor que el valor límite, la protección respiratoria puede no ser necesaria.	• Usar equipos de protección respiratoria (EPR) adecuados al riesgo por inhalación, partiendo de la evaluación de riesgos y de sus características. • Inicialmente, en las operaciones con polvo, utilizar máscara completa o equipos de respiración motorizados con filtro P3 para partículas, o equipos de suministro de aire. • Si la evaluación de la exposición indica que ésta es menor que el valor límite, la protección respiratoria inicial puede reducirse o no ser necesaria.	• Usar equipos de protección respiratoria (EPR) adecuados al riesgo por inhalación, partiendo de la evaluación de riesgos y de sus características. • Inicialmente, en las operaciones con polvo, utilizar máscara completa o equipos de respiración motorizados con filtro P3 para partículas, o equipos de suministro de aire. • Para disoluciones, utilizar máscara completa o equipos motorizados con filtros combinados para polvo/aerosoles/vapores o un equipo de respiración que proporcione un nivel superior de protección. • Si la evaluación de la exposición indica que ésta es menor que el valor límite, la protección respiratoria inicial puede ser menos exigente, o incluso no ser necesaria.	• Usar equipos de protección respiratoria (EPR) adecuados al riesgo por inhalación, partiendo de la evaluación de riesgos y de sus características. • Inicialmente, en las operaciones con polvo, utilizar máscara completa o equipos de respiración motorizados con filtro P3 para partículas, o equipos de suministro de aire. • Para disoluciones, utilizar máscara completa o equipos motorizados con filtros combinados para polvo/aerosoles/vapores o un equipo de respiración que proporcione un nivel superior de protección. • Si la evaluación de la exposición indica que ésta es menor que el valor límite, la protección respiratoria inicial puede ser menos exigente, o incluso no ser necesaria.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3A	Categoría 3B	Categoría 4
Ropa de trabajo y EPIs	• Usar equipos de protección individual (EPI) adecuados al riesgo (en función de vías de entrada y agentes químicos presentes), partiendo de la evaluación de riesgos y de las características de los EPIs (criterio de selección), tales como: guantes/gafas/ropa de protección o calzado de seguridad. • La ropa de trabajo no debe entrar en contacto con la ropa de calle (doble taquilla). • Evitar la contaminación de áreas limpias (tales como: oficinas, comedores, áreas de descanso, etc.). • Seguir las buenas prácticas de fabricación (cGMPs).	• Usar equipos de protección individual (EPI) adecuados al riesgo (en función de vías de entrada y agentes químicos presentes), partiendo de la evaluación de riesgos y de las características de los EPIs (criterio de selección), tales como: guantes/gafas/ropa de protección o calzado de seguridad. • La ropa de trabajo no debe entrar en contacto con la ropa de calle (doble taquilla). • Evitar la contaminación de áreas limpias (tales como: oficinas, comedores, áreas de descanso, etc.). • Seguir las buenas prácticas de fabricación (cGMPs).	• Usar equipos de protección individual (EPI) adecuados al riesgo (en función de vías de entrada y agentes químicos presentes), partiendo de la evaluación de riesgos y de las características de los EPIs (criterio de selección), tales como: guantes/gafas/ropa de protección o calzado de seguridad. • La ropa de trabajo no debe entrar en contacto con la ropa de calle (doble taquilla). • Evitar la contaminación de áreas limpias (tales como: oficinas, comedores, áreas de descanso, etc.). • Seguir las buenas prácticas de fabricación (cGMPs).	• Usar equipos de protección individual (EPI) adecuados al riesgo (en función de vías de entrada y agentes químicos presentes), partiendo de la evaluación de riesgos y de las características de los EPIs (criterio de selección), tales como: guantes/gafas/ropa de protección o calzado de seguridad. • La ropa de trabajo no debe entrar en contacto con la ropa de calle (doble taquilla). • En las zonas en las que se manipula producto en polvo, la ropa de trabajo no se debe llevar fuera del área. • Los equipos de protección individual (EPI) no se deben llevar fuera del área de trabajo. • Cubrezapatos desechables o calzado de seguridad dedicado a la zona. • Seguir las buenas prácticas de fabricación (cGMPs).	• Usar equipos de protección individual (EPI) adecuados al riesgo (en función de vías de entrada y agentes químicos presentes), partiendo de la evaluación de riesgos y de las características de los EPIs (criterio de selección), tales como: guantes/gafas/ropa de protección o calzado de seguridad. • La ropa de trabajo no debe entrar en contacto con la ropa de calle (doble taquilla). • En las zonas en las que se manipula producto en polvo, la ropa de trabajo no se debe llevar fuera del área. • Los equipos de protección individual (EPI) no se deben llevar fuera del área de trabajo. • Cubrezapatos desechables o calzado de seguridad dedicado a la zona. • Seguir las buenas prácticas de fabricación (cGMPs).
OTRAS RECOMENDACIONES					
Evaluación de la exposición	• A criterio técnico, valorar la necesidad de obtención de muestras personales ponderadas en el tiempo para comprobar la eficacia de los controles implementados y las condiciones de trabajo. • La periodicidad de los muestreos, en caso de ser necesarios, se establecerá en base a los resultados obtenidos.	• A criterio técnico, valorar la necesidad de obtención de muestras personales ponderadas en el tiempo para comprobar la eficacia de los controles implementados y las condiciones de trabajo. • La periodicidad de los muestreos, en caso de ser necesarios, se establecerá en base a los resultados obtenidos.	• A criterio técnico, y en función del principio activo, valorar la necesidad de obtención de muestras personales ponderadas en el tiempo para comprobar la eficacia de los controles implementados y las condiciones de trabajo. • La periodicidad de los muestreos se establecerá en base a los resultados obtenidos.	• Obtención de muestras personales ponderadas en el tiempo y adicionalmente muestras ambientales estáticas, y de superficie, para comprobar la eficacia de los controles implementados y las condiciones de trabajo. • La periodicidad de los muestreos se establecerá en base a los resultados obtenidos.	• Obtención de muestras personales ponderadas en el tiempo y adicionalmente muestras ambientales estáticas, y de superficie, para comprobar la eficacia de los controles implementados y las condiciones de trabajo. • La periodicidad de los muestreos se establecerá en base a los resultados obtenidos.
Vigilancia de la Salud	• Se debe realizar de acuerdo con lo que determine el Servicio Médico, en función de los riesgos asociados al puesto de trabajo, con una especial consideración para el personal especialmente sensible.	• Se debe realizar de acuerdo con lo que determine el Servicio Médico, en función de los riesgos asociados al puesto de trabajo y atendiendo a los efectos previstos sobre la salud, la exposición potencial y los ensayos disponibles, con una especial consideración para el personal especialmente sensible.	• Se debe realizar de acuerdo con lo que determine el Servicio Médico, en función de los riesgos asociados al puesto de trabajo y atendiendo a los efectos previstos sobre la salud, la exposición potencial y los ensayos disponibles con una especial consideración para el personal especialmente sensible.	• Se debe realizar de acuerdo con lo que determine el Servicio Médico, en función de los riesgos asociados al puesto de trabajo y atendiendo a los efectos previstos sobre la salud, la exposición potencial y los ensayos disponibles, considerando la elevada actividad/toxicidad del principio activo, con una especial consideración para el personal especialmente sensible.	• Se debe realizar de acuerdo con lo que determine el Servicio Médico, en función de los riesgos asociados al puesto de trabajo y atendiendo a los efectos previstos sobre la salud, la exposición potencial y los ensayos disponibles, considerando la elevada actividad/toxicidad del principio activo con una especial consideración para el personal especialmente sensible.
Limpieza y descontaminación	• Se recomienda sustituir las operaciones de barrido de polvo de superficies. • Utilizar sistemas de aspiración previamente a la limpieza en húmedo. • Limpiar periódicamente las superficies de trabajo y siempre tras derrames, según procedimiento.	• Sustituir totalmente las operaciones de barrido de polvo de superficies. • Utilizar sistemas de aspiración con filtro HEPA o aspiradores de agua previamente a la limpieza en húmedo. • Limpiar periódicamente las superficies de trabajo y siempre tras derrames, según procedimiento.	• Sustituir totalmente las operaciones de barrido de polvo de superficies. • Utilizar sistemas de aspiración con filtro HEPA o aspiradores de agua previamente a la limpieza en húmedo. • Limpiar periódicamente las superficies de trabajo y siempre tras derrames, según procedimiento.	• Sustituir totalmente las operaciones de barrido de polvo de superficies. • Utilizar sistemas de aspiración con filtro HEPA o aspiradores de agua dedicados a la zona previamente a la limpieza en húmedo. • Descontaminar las superficies de trabajo tras la realización de actividades potencialmente de alto riesgo. • No se permite utilizar aire o agua a alta presión para la limpieza de salas.	• Sustituir totalmente las operaciones de barrido de polvo de superficies. • Utilizar sistemas de aspiración con filtro HEPA o aspiradores de agua dedicados a la zona previamente a la limpieza en húmedo. • Descontaminar las superficies de trabajo tras la realización de actividades potencialmente de alto riesgo. • No se permite utilizar aire o agua a alta presión para la limpieza de salas.

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3A	Categoría 3B	Categoría 4
		• Elaborar procedimientos y técnicas de limpieza para limitar la exposición potencial.	• Elaborar procedimientos y técnicas de limpieza para limitar la exposición potencial.	• Elaborar procedimientos y técnicas de limpieza para limitar la exposición potencial. • Se recomienda asignar un área específica para la descontaminación de los útiles de trabajo. • Siempre que sea posible, se recomienda utilizar sistemas de limpieza CIP ("*clean in place*").	• Elaborar procedimientos y técnicas de limpieza para limitar exposición potencial. • Se requiere asignar un área específica para la descontaminación de los útiles de trabajo. Se recomienda un sistema de etiquetado especial y un sistema de comprobación de los dispositivos que entran y salen del área. • Utilizar sistemas de limpieza CIP ("*clean in place*").
Mantenimiento y desmantelamiento	• Limpieza de equipos e instalaciones previa a trabajos de mantenimiento o desmantelamiento.	• Limpieza de equipos e instalaciones previa a trabajos de mantenimiento o desmantelamiento.	• Limpieza de equipos e instalaciones previa a trabajos de mantenimiento o desmantelamiento. • Cuando sea posible, los equipos dispondrán de un acceso para realizar el mantenimiento desde el exterior del área productiva.	• Cuando sea posible, los equipos dispondrán de un acceso para realizar el mantenimiento desde el exterior del área productiva. • Si lo anterior no es posible, antes de realizar el mantenimiento o del desmantelamiento de las instalaciones y equipos, debe comprobarse que están descontaminados. • Esta inspección puede ser visual, aunque es recomendable el uso de técnicas analíticas que permitan cuantificar pequeñas cantidades de contaminante.	• Cuando sea posible, los equipos dispondrán de un acceso para realizar el mantenimiento desde el exterior del área productiva. • Si lo anterior no es posible, antes de realizar el mantenimiento o del desmantelamiento de las instalaciones y equipos, debe comprobarse que están descontaminados. • Esta inspección debe ser mediante el uso de técnicas analíticas que permitan cuantificar pequeñas cantidades de contaminante.
Planificación de emergencias	• Se debe contemplar en el Plan de Emergencia o Autoprotección, según aplique.	• Se debe contemplar en el Plan de Emergencia o Autoprotección, según aplique.	• Se debe contemplar en el Plan de Emergencia o Autoprotección, según aplique.	• Se debe contemplar en el Plan de Emergencia o Autoprotección, según aplique. • Deberán establecerse procedimientos específicos que contemplen situaciones de emergencia (derrames o situaciones sobrevenidas). • Deberá preverse, en función de la evaluación de riesgos del proceso, los dispositivos de descontaminación, sistemas de comunicación, controles y necesidades en cada caso para que el impacto de la emergencia sea mínimo.	• Se debe contemplar en el Plan de Emergencia o Autoprotección, según aplique. • Deberán establecerse procedimientos específicos que contemplen situaciones de emergencia (derrames o situaciones sobrevenidas). • Deberá preverse, en función de la evaluación de riesgos del proceso, los dispositivos de descontaminación, sistemas de comunicación, controles y necesidades en cada caso para que el impacto de la emergencia sea mínimo.
Gestión de residuos	• Todos los residuos sólidos, incluyendo los filtros potencialmente contaminables del sistema de climatización, deben ser depositados en doble bolsa o en un envase hermético y etiquetados de forma clara y se eliminarán siguiendo la normativa local. • Se recomienda evitar el aplastamiento y/o triturado durante la manipulación de los residuos.	• Todos los residuos sólidos, incluyendo los filtros potencialmente contaminables del sistema de climatización, deben ser depositados en doble bolsa o en un envase hermético y etiquetados de forma clara y se eliminarán siguiendo la normativa local. • Se recomienda evitar el aplastamiento y/o triturado durante la manipulación de los residuos.	• Todos los residuos sólidos, incluyendo los filtros potencialmente contaminables del sistema de climatización, deben ser depositados en doble bolsa o en un envase hermético y etiquetados de forma clara y se eliminarán siguiendo la normativa local. • Se recomienda evitar el aplastamiento y/o triturado durante la manipulación de los residuos.	• Todos los residuos sólidos, incluyendo los filtros potencialmente contaminables del sistema de climatización, deben ser depositados en doble bolsa o en un envase hermético y etiquetados de forma clara y se eliminarán siguiendo la normativa local. • Se prohíbe el aplastamiento y/o triturado durante la manipulación de los residuos. • Las aguas residuales deberán gestionarse según la normativa local vigente. • Considerar la posibilidad de realizar pretratamiento para desactivar el compuesto activo antes de su eliminación.	• Todos los residuos sólidos, incluyendo los filtros potencialmente contaminables del sistema de climatización, deben ser depositados en doble bolsa o en un envase hermético, colocado en un contenedor rígido, y etiquetados de forma clara y se eliminarán siguiendo la normativa local. • Se prohíbe el aplastamiento y/o triturado durante la manipulación de los residuos. • Las aguas residuales deberán gestionarse según la normativa local vigente. • Considerar la posibilidad de realizar pretratamiento para desactivar el compuesto activo antes de su eliminación.

BIBLIOGRAFÍA

ADER, A, FARRIS, J. AND KU R.
Occupational health categorization and compound handling practice systems -roots, application and future.
Chemical Health & Safety, 2005: 20-26.

CALHOUN D, COLER A AND NIEUSMA J.
Strategies for preventing occupational exposure to potent compounds.
Toxicology Mechanisms and Methods, 2011; 21(2): 93-96.

DOLAN, DG, NAUMANN, BN, ET AL.
Application of the threshold of toxicological concern concept to pharmaceutical manufacturing operations.
Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2005; 43: 1-9..

FARRIS, J. ADER, A AND KU R.
History, implementation and evolution of the pharmaceutical hazard categorization and control system.
Chemistry Today 2006: 24 (2); 5-10.

NAUMANN B.D.,SARGENT E., STARKMAN B., *ET AL*.
Performance-based exposure control limits for pharmaceutical active ingredients.
American Industrial Hygiene Association Journal, 1996: 57 (1); 33-42.

NAUMANN B N.
Control banding in the pharmaceutical industry.
(ftp://ftp.cdc.gov/pub/Documents/OEL/12.%20Niemeier/References/Naumann%20(ControlBanding)_2008_AIOH.pdf).

SOLANS X, OBIOLS J Y GUARDINO X.
Industria farmacéutica: medidas preventivas de la exposición a principios activos.
Nota Técnica de Prevención (NTP) 798. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2008.

ZALK D AND NELSON D.
History and evolution of control banding: a review.
Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2008; 5 (5): 330-346.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.106

Modelo para la catalogación de laboratorios químicos de investigación

Cataloging of Chemical Research Laboratories
Catalogage des laboratoires de recherche chimique

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Begoña Castillejos Linares
OFICINA DE SEGURETAT, SALUT I MEDI AMBIENT
UNIVERSITAT DE BARCELONA

Cristina Massa Calpe
HEALTH & SAFETY OFFICE
ALBA SYNCHROTON LIGHT SOURCE

Xavier Guardino Solá
CENTRO NACIONAL
DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

La evaluación de los riesgos en los laboratorios presenta una serie de dificultades que hacen casi siempre inviable una evaluación tradicional, sobre todo por lo que afecta a los riesgos de exposición a agentes químicos, en la que los procesos de toma de muestras y análisis para su posterior comparación con valores límites ambientales no son aplicables por la variedad de usos y cantidad de productos químicos presentes en los laboratorios. Por ello, se han propuesto diferentes procedimientos, empleando cuestionarios (NTP-135, NTP-921) o basados en sistemas de clasificación tipo control banding (NTP-987 y NTP-988). En la presente NTP se propone un procedimiento de catalogación que permite obtener para laboratorios químicos de investigación una puntuación sobre el nivel de seguridad que presenta el laboratorio, de cara a incentivar procedimientos de mejora por parte de los responsables de los mismos.

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

A través de los años, los modelos simplificados de control banding, también denominados “métodos cualitativos”, se han empleado para facilitar la evaluación del riesgo de exposición a agentes químicos en laboratorios. Para ello proponen hacer una clasificación de los laboratorios en función de la peligrosidad de los productos químicos utilizados, de las cantidades, frecuencia de uso, características fisicoquímicas, procedimientos de ventilación, etc.

En el caso del método “COSHH Essentials” elaborado por el HSE (Health an Safety Executive), se propone la estrategia de control más adecuada para un determinado proceso, atendiendo a cuatro niveles, según sea necesaria ventilación general, cerramiento y extracción localizada, cerramiento total, o necesidad de una evaluación detallada por parte de un experto. En el método del INRS (Institut National de la Recherche et de la Sécurité) se caracteriza el riesgo por inhalación, estableciéndose tres niveles (elevado, moderado o bajo), permitiendo priorizar las medidas correctoras, además de considerar otras variables, como las medidas de control existentes y el tipo de proceso.

Estos métodos pueden llegar a ser difíciles de aplicar en los laboratorios de investigación debido a que:

- A pesar de que las valoraciones varían en función de las cantidades de producto, la actividad de investigación implica situarse casi siempre en la franja de bajo volumen, con lo que se desvía el resultado.
- Dado que tienen en cuenta las indicaciones de peligro H (antiguas frases R) de las sustancias y mezclas químicas, en el momento en que se trata de agentes cancerígenos o mutágenos, indican que debe hacerse una evaluación específica por parte de un experto.
- En los laboratorios de investigación se complica mucho la determinación del nivel de riesgo porque estos métodos implican hacer la valoración producto a producto, y en investigación hay gran diversidad de productos químicos en cada laboratorio. Es por esto, que la valoración individual no aporta resultados muy diferenciados.
- El resultado de las valoraciones da una clasificación final habitualmente basada en la ventilación que se necesitaría en el laboratorio, o sobre qué prioridad se debería tener para aplicar correcciones.
- No tienen en consideración aspectos de equipamiento e instalaciones existentes en el laboratorio, temas de vital importancia para complementar la información a la hora de clasificar por nivel de riesgo los laboratorios de investigación, tanto en lo que respecta a los riesgos para la salud como a los riesgos derivados de deficiencias de dichos equipamientos e instalaciones.

2. MODELO PARA LA CATALOGACIÓN DE LABORATORIOS QUÍMICOS DE INVESTIGACIÓN

El presente modelo para la catalogación de laboratorios químicos se basa en la combinación de dos componentes básicos en prevención de riesgos, como son los factores de riesgo asociados a la actividad que se desarrolla y los condicionados por el propio entorno de trabajo. El sistema se divide en tres etapas, las dos primeras pueden ser utilizadas de forma independiente o combinada, lo que da lugar a la tercera etapa, que proporciona una información muy completa y a la vez fácil de gestionar y de utilidad, tanto para el técnico en prevención como para los usuarios del laboratorio. Estas etapas son:

- *Primera:* La determinación de un "nivel de alerta o atención" del laboratorio, que se establecerá considerando aspectos relacionados con la actividad que se desarrolla en el mismo. Este nivel, basado principalmente en los aspectos relacionados con la posible afectación a la salud de los productos químicos que se utilizan, se completa en la hoja de catalogación, que aporta información sobre los aspectos relacionados con las características fisicoquímicas de estos productos, especialmente en lo relativo a los riesgos de incendio y explosión (ver tablas 1, 2 y 3).
- *Segunda:* La determinación del estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamientos presentes en el laboratorio, que facilitan una información complementaria y de fácil gestión a la hora de establecer la catalogación final.
- *Tercera:* Relaciona los aspectos considerados en las dos etapas anteriores y facilita el resultado de la metodología de catalogación que se expone en este modelo.

El objetivo de conjugar las etapas que combinan actividad con entorno de trabajo es poder interpretar, de manera visual y sencilla:

- La tipología de la actividad y por tanto, el "nivel de atención" que requiere el trabajo en un determinado laboratorio.
- Los riesgos de incendio y/o explosión que pueden existir y que pueden ayudar a afinar el criterio técnico para definir la idoneidad de las instalaciones y equipamientos del laboratorio.
- Los puntos fuertes y débiles de cada laboratorio, para poder priorizar la aplicación de medidas preventivas y/o correctivas.

3. ETAPAS DEL MODELO

Etapa 1. Valoración del "nivel de alerta o atención" del laboratorio

Se lleva a cabo en función de la peligrosidad de los productos que se utilizan en el laboratorio, teniendo en cuenta que, en investigación, los volúmenes utilizados son habitualmente del orden del litro o inferior; y de la frecuencia de uso de estos productos, diferenciando su uso diario, semanal o mensual / esporádico. Atendiendo a estas consideraciones, se elabora una tabla (véase tabla 1) en la que se combinan tres niveles de peligrosidad, relacionados directamente con los posibles daños a la salud de los productos, y tres niveles de frecuencia de uso de los mismos.

La combinación, de estos dos aspectos facilita el establecimiento de tres niveles de alerta o atención (véase tabla 2). Este nivel puede variar a criterio técnico si, por ejemplo, se entiende que un riesgo bajo no es adecuado si se utilizan productos con STOT (toxicidad específica de órganos diana) de exposición única, aunque sea de forma esporádica.

		Frecuencia de uso		
		DIARIA	SEMANAL	MENSUAL
Tipo de producto	(C, M, S y R)			
	(T)			
	(I/Co)			

Leyenda características toxicológicas

C = Cancerígenos M = Mutágenos
S = Sensibilizantes R = Tóxicos para la reproducción
T = Tóxicos I = Irritantes Co = Corrosivos

Tabla 1. Niveles de peligrosidad y niveles de frecuencia.

		Frecuencia de uso		
		DIARIA	SEMANAL	MENSUAL
Tipo de producto	(C, M, S y R)	A	M	B
	(T)	A	M	B
	(I/Co)	M	B	B

Leyenda del nivel de alerta:

A = Alto M = Medio B = Bajo

Tabla 2. Valoración del "nivel de alerta o atención" del laboratorio.

Así mismo en la tabla 3 se muestran los pictogramas de peligro de incendio y explosividad que se podrán utilizar, a criterio técnico, en caso de que esta información resulte relevante.

F	O	E	G

Leyenda características fisicoquímicas

F = Inflamable O = Comburente E = Explosivo
G = Gases a presión

Tabla 3. Determinación de las características fisicoquímicas de los productos utilizados.

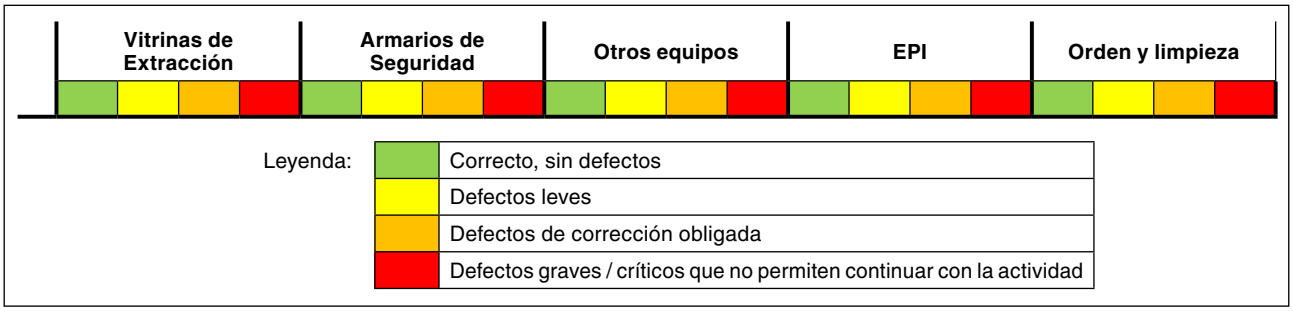


Tabla 4. Clasificación de niveles de seguridad.

Etapa 2. Determinación del estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamiento presentes en el laboratorio

Los aspectos a valorar, que se tratan de forma detallada, son: vitrinas de extracción, armarios de seguridad, otros equipos, equipos de protección individual y orden y limpieza. Para establecer una diferenciación entre las posibles opciones, se propone una valoración tipo semáforo, con cuatro colores, que estiman las desviaciones desde la situación óptima (color verde) hasta la situación más desfavorable (color rojo) de forma gradual y siguiendo unas indicaciones sistemáticas que permiten la estandarización del método (veáse tabla 4). A continuación se sugieren los aspectos a revisar en cada caso así como los criterios utilizados.

Vitrinas de extracción

- *Velocidad de aspiración*:
  Se considerará que la velocidad de aspiración es correcta, cuando el valor obtenido en la medición sea superior a 0,4 m/s a 40 cm de altura de guillotina. Como margen de tolerancia se permite el uso si la velocidad de aspiración es de 0,4 m/s a una altura de guillotina de entre 20 y 40 cm (véase tabla 5).
- *Alguna desviación en el estado general de la vitrina* (véase tabla 6).
- *Número de vitrinas insuficiente para la actividad del laboratorio* (véase tabla 7).

	> 0,4 m/s a 40 cm de altura de guillotina
	0,4 m/s entre 20 y 40 cm de altura de guillotina en laboratorios de nivel de atención B
	0,4 m/s entre 20 y 40 cm de altura de guillotina en laboratorios de nivel de atención A y M
	< 0,4 m/s y / o filtros colmatados en cabinas filtrantes

Tabla 5. Velocidad de aspiración.

	Iluminación, limpieza, nivel de presión acústica, guillotinas, que permitan el uso seguro
	Iluminación, limpieza, nivel de presión acústica, guillotinas, que no permitan el uso seguro

Tabla 6. Desviaciones en el estado de la vitrina.

	Laboratorios de nivel de atención B
	Laboratorios de nivel de atención A y M

Tabla 7. Número de vitrinas.

- *Utilización incorrecta de la vitrina* (véase tabla 8).

	Montajes, productos almacenados, ... pero que permitan el uso seguro
	Montajes, productos almacenados, ... pero que no permitan el uso seguro

Tabla 8. Utilización adecuada de la vitrina

Armarios de seguridad (Véase tabla 9)

	Número suficiente, tipo de armario de seguridad correcto y productos bien almacenados
	Número suficiente, tipo de armario de seguridad correcto, pero productos incorrectamente almacenados (armario erróneo, recipiente defectuoso, …)
	Número de armarios insuficiente, por mala gestión de la cantidad de productos almacenados
	Número de armarios insuficiente, por tipología de productos del laboratorio, que no requieran almacenamiento de seguridad, pero sí un mejor procedimiento de almacenamiento.
	Número de armarios insuficiente, por tipología de productos del laboratorio, que requieran almacenamiento de seguridad
	Inexistencia de armario en laboratorios de nivel de atención, A y M

Tabla 9. Armarios de seguridad.

Otros equipos

- Equipos de trabajo correctamente ubicados y en buen estado de funcionamiento
- Presencia y buena gestión de los recipientes de residuos
- Lavaojos en buen estado y con mantenimiento periódico
- Botiquín en buen estado y con reposición periódica de material
- Extintores y mantas apaga-fuegos accesibles
- Productos para la recogida de derrames o vertidos
- Instalación eléctrica: ausencia de enchufes múltiples, bien dimensionada,...
- Botellas de gases a presión: sujetas, en armarios de seguridad, necesidad de detectores,...
- Otros

Se valoran aplicando los criterios de la tabla 4.

	Vitrinas de Extracción				Armarios de Seguridad				Otros Equipos				EPI				Orden y limpieza			
A																				
M																				
B																				

Tabla 10. Relación entre el nivel de alerta obtenido en la tabla 3 y el estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y el equipamiento.

Equipos de protección individual

- Existe en el laboratorio una política de uso de los EPI establecida por el responsable
- Detección de necesidad de Equipos de Protección Individual (EPI)
- Disponibilidad de uso
- Señalización de obligatoriedad
- Utilización por parte del personal
- Estado de conservación y reposición
- Otros

Se valoran aplicando los criterios de la tabla 4.

Orden y limpieza

- Estado general del laboratorio
- Cumplimiento de los principios de buenas prácticas en el laboratorio por parte del personal: gestión de la ropa de trabajo, del calzado, normas básicas de higiene...
- Relación de investigadores / m^2
- Ubicación de los equipos y materiales
- Etiqueta correcta de los productos y materiales
- Zonas de trabajo diferenciadas
- Zonas de trabajo documental fuera del laboratorio
- Otros

Se valoran aplicando los criterios de la tabla 4.

Etapa 3. Establecimiento de la relación entre nivel de alerta obtenido (etapa 1) y estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipamientos, de la etapa 2 (véase tabla 10).

Considerando las combinaciones de los 5 aspectos a valorar y las cuatro opciones del sistema semáforo, se obtienen 52 combinaciones posibles de color, teniendo en cuenta que se da, a priori, el mismo peso a cada uno de los aspectos (véase figura 2).

La combinación de las etapas 1 y 2 ofrece como resultado una bandera de catalogación (véase figura 1), en la que se detalla el nivel de alerta del laboratorio obtenido en la tabla 2 y el color predominante del laboratorio en función de los datos obtenidos en la tabla 10. Se pueden tener hasta dos bandas de color más, que detallarían los factores más problemáticos encontrados en el laboratorio.

Las etiquetas resultantes se recogen en la figura 3.

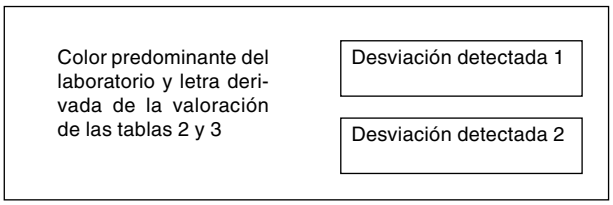


Figura 1. Bandera de categorización

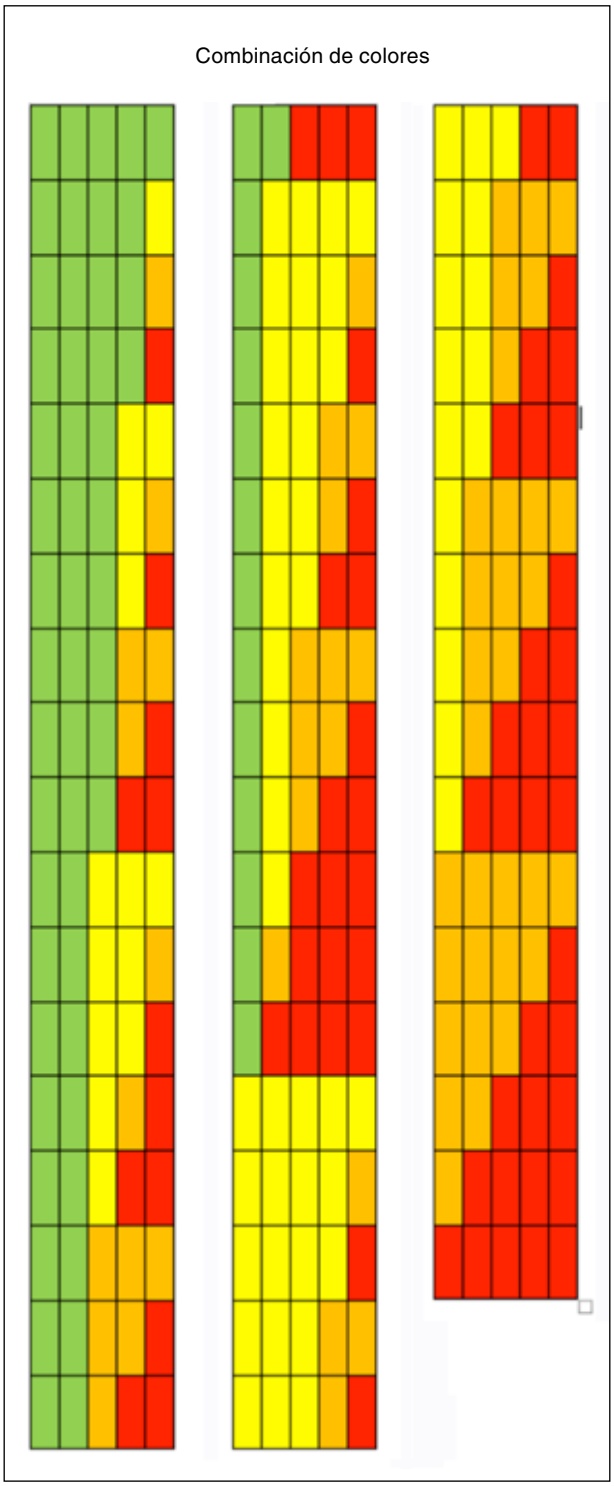


Figura 2. Combinaciones posibles de colores que se obtienen en la etapa 2.

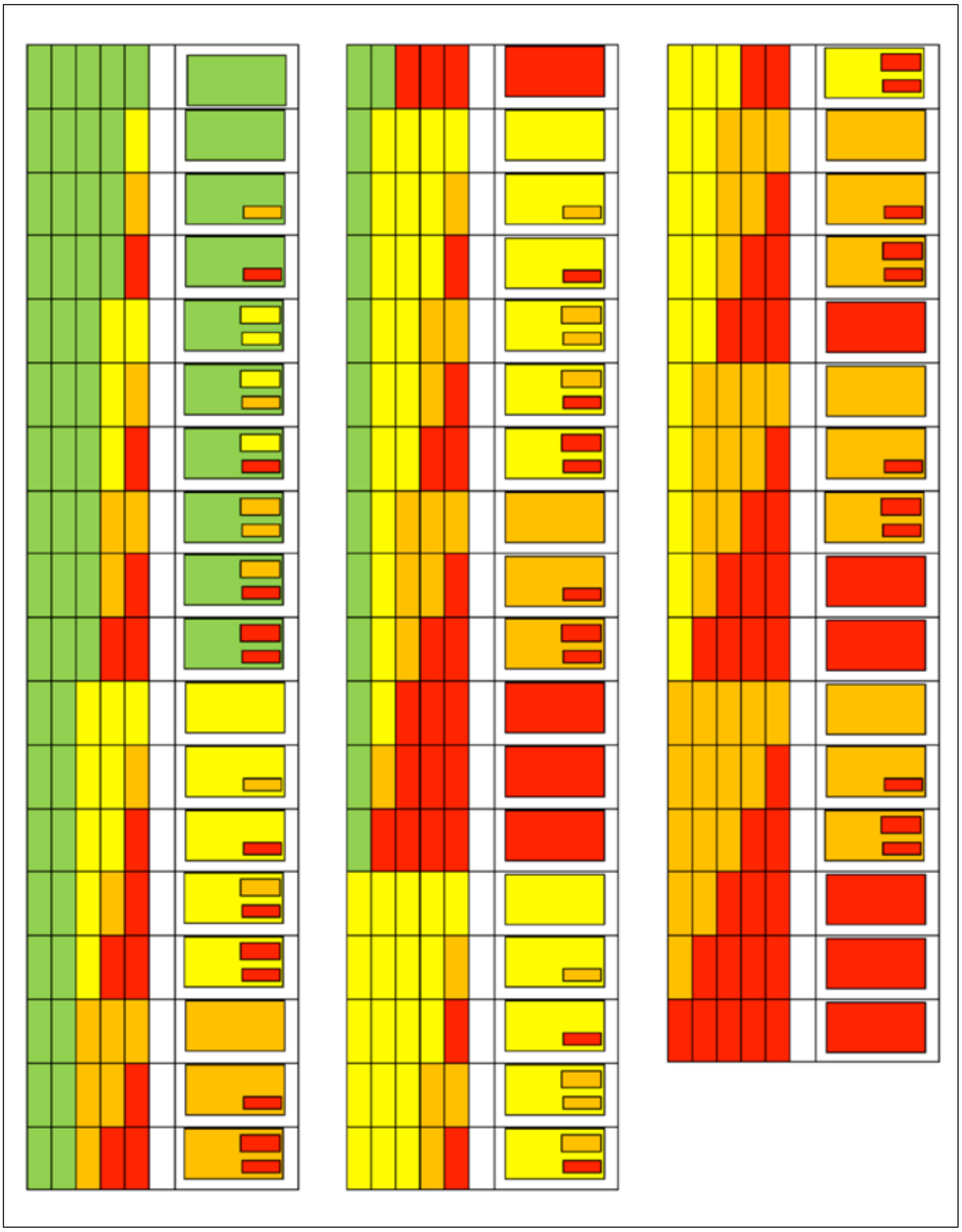


Figura 3. Etiquetas resultantes de las combinaciones que aparecen en la figura 2.

Hoja de catalogación

Los datos correspondientes de la etapa 1 y los datos de la etapa 2, se recogen en un único documento, denominado “Hoja de catalogación” que se muestra en la figura 4, donde también se pueden hacer constar los equipos de protección necesarios para cada situación, y las observaciones consideradas de interés en cada caso.

Centro:
Departamento:
Laboratorio:

HOJA DE CATALOGACIÓN DE LABORATORIOS QUÍMICOS

Tipo de producto	Frecuencia de uso		
	DIARIA	SEMANAL	MENSUAL
(C, M, S y R)	A	M	B
(T)	A	M	B
(I/Co)	M	B	B

Relación entre la frecuencia de uso y la peligrosidad de los productos utilizados

Características toxicológicas:

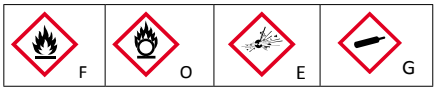
C = Cancerígenos
M = Mutágenos
S = Sensibilizantes
R = Tóxicos para la reproducción
T = Tóxicos
I = Irritantes
Co = Corrosivos

Características fisicoquímicas:

F = Inflamable
O = Comburente
E = Explosivo
G = Gases a presión

Nivel de alerta:

A = Alto
M = Medio
B = Bajo



Características fisioquímicas

Observaciones:

	Vitrinas de Extracción				**Armarios de Seguridad**				**Otros Equipos**				**EPI**				**Orden y limpieza**			
A																				
M																				
B																				

Relación entre el nivel de riesgo obtenido en la tabla 1 y el estado, disponibilidad y uso de las instalaciones y equipos

	Correcto, sin defectos
	Defectos leves
	Defectos de corrección obligada
	Defectos graves / críticos que no permiten continuar con la actividad

Observaciones:

CATALOGACIÓN DEL LABORATORIO:
LABORATORIO DE RIESGO

Utilización obligatoria de EPIs y ropa de trabajo:

Revisión número:
Firma:
Fecha:
Fecha próxima revisión:

Figura 4. Hoja de catalogación.

4. EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA HOJA DE CATALOGACIÓN

Se trata de un laboratorio de investigación donde se utilizan a diario productos peligrosos para la salud, algún comburente y disolventes inflamables, que tiene todas las vitrinas en buen estado, un armario de seguridad pendiente de revisión, los lavaojos sin mantenimiento, no usan las gafas de seguridad (a pesar de tenerlas) y las superficies de trabajo están sobreocupadas y sucias.

Consideraciones

- Se utilizan a diario productos tóxicos: Figura 5

vitrinas en buen estado

armario de seguridad que se ha de revisar

lavaojos sin mantenimiento

no usan las gafas de seguridad, a pesar de tenerlas

las superficies de trabajo están sobreocupadas y sucias

Véase el resultado en la figura 6.

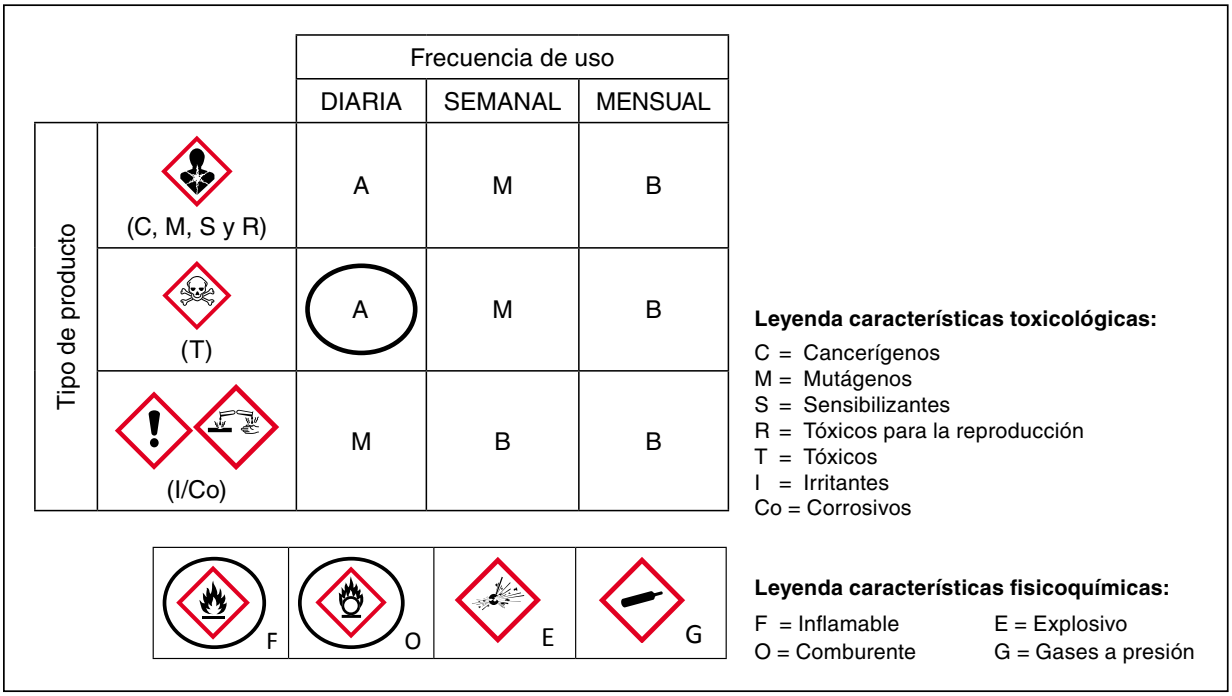


Figura 5. Etapa 1. Características toxicológicas y fisicoquímicas del ejemplo.

	Vitrinas de Extracción				Armarios de Seguridad				Otros Equipos				EPI				Orden y limpieza			
A	X					X					X					X				X
M																				
B																				

Figura 6. Etapa 2. Valoraciones resultantes de la situación del laboratorio del ejemplo

Con la información de la que se dispone, se puede ya buscar la bandera de catalogación en la tabla de la figura 3 y añadirla junto con las observaciones que se considere necesarias, a la hoja de catalogación.

Así mismo, si corresponde, se señalarán los EPIs necesarios para trabajar en el laboratorio del ejemplo.

El resultado es la Hoja de catalogación definitiva que se muestra en la figura 7.

Hoja de catalogación resultante.

Refleja un laboratorio que requiere un nivel de atención alto (A), con defectos de corrección obligatoria, y que presenta como factores más problemáticos a resolver la utilización de EPIs y aspectos de orden y limpieza (véase figura 7).

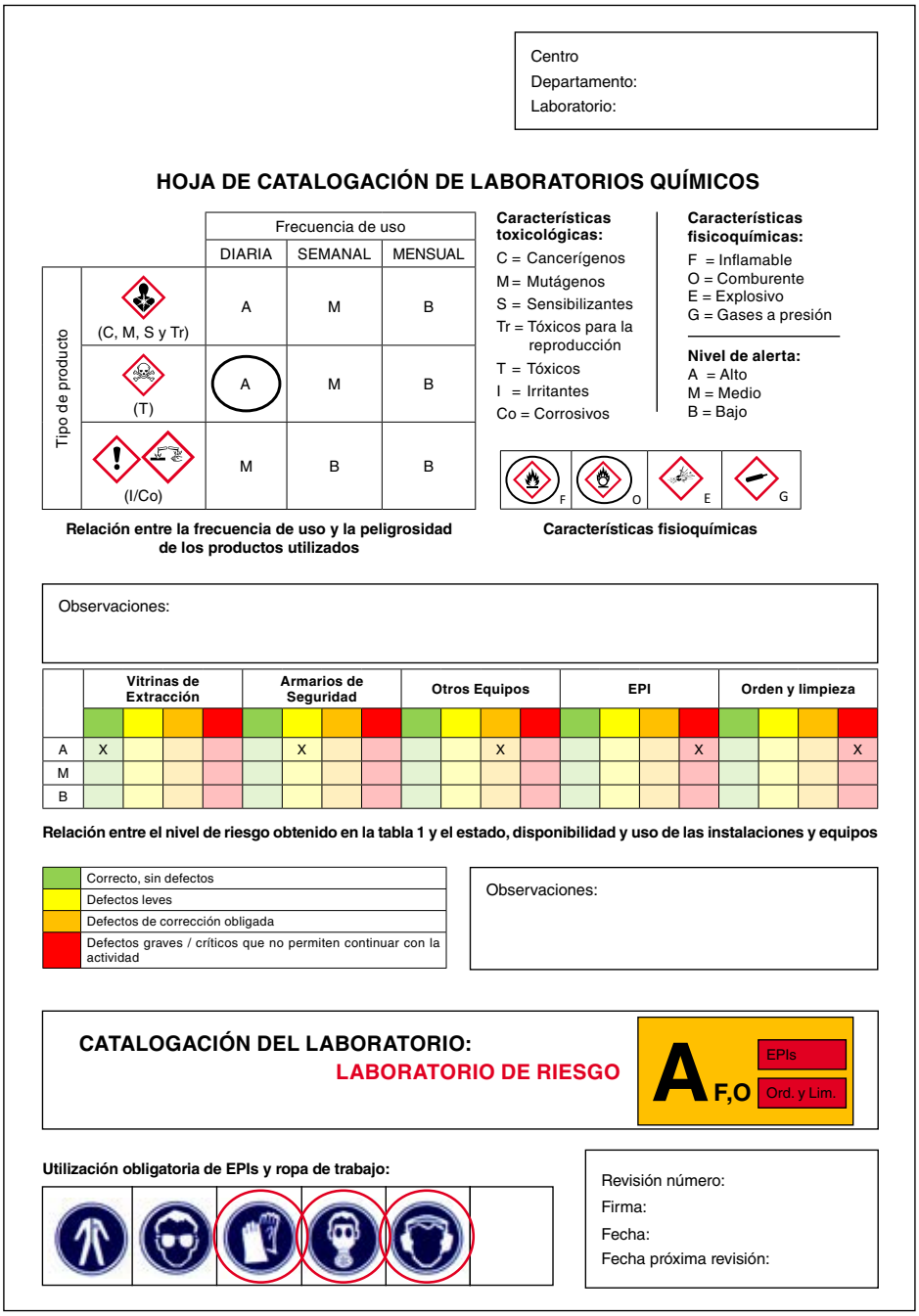


Figura 7. Hoja de Catalogación resultante del ejemplo.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (INSSBT)
NTP 935: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales
INSSBT. Colección de Notas Técnicas de Prevención. 2012

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (INSSBT)
NTP 936: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials
INSSBT. Colección de Notas Técnicas de Prevención. 2012

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (INSSBT)
NTP 937: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS
INSSBT. Colección de Notas Técnicas de Prevención. 2012

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.107

Seguridad inherente: métodos gráficos

Inherent safety: graphical methods
Sécurité intrinsèque: méthodes graphiques

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Joaquín Seral Millán
ASPY PREVENCIÓN S.L.U.

Xavier Guardino Solá
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) es la segunda de una serie dedicada a la utilización de metodologías para la evaluación de la seguridad inherente o intrínseca de procesos o rutas de síntesis química en las etapas de diseño de plantas químicas, serie iniciada con la NTP 1066. Entre dichas metodologías se encuentran aquellas que expresan los resultados de manera gráfica, en lugar de la forma más comúnmente empleada que es mediante índices de riesgo. Se describe el fundamento de dos de estos métodos gráficos, su alcance, ventajas e inconvenientes, y se desarrolla uno de ellos de manera práctica mediante ejemplos.

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

Una *ruta de síntesis química* se puede definir como la/s materia/s prima/s y la secuencia de etapas de reacción que los convierte en el/los producto/s deseado/s (Lawrence, 1996). Las etapas iniciales del proyecto (investigación y desarrollo, diseño conceptual) constituyen el momento en el cual se realiza la selección de la ruta de síntesis química y la tecnología del proceso que se emplearán para fabricar el producto deseado. A pesar de la importancia de las elecciones que se lleven a cabo en estas primeras etapas, que condicionarán las sustancias químicas que estarán o puedan estar presentes en la planta, las condiciones de operación del proceso y los riesgos a los que pueden verse expuestos los trabajadores, existen obstáculos a la dedicación y desarrollo en profundidad en estas primeras fases del proyecto, entre ellos (Santamaría y Braña, 1998):

- La tendencia a la elección de tecnologías o procesos ya probados, basada en la creencia de que son "seguros" por el mero hecho de hacer las cosas "como siempre se han hecho".
- El peso histórico que los aspectos económicos han tenido tradicionalmente en la elección; la búsqueda del proyecto más barato posible para conseguir que se lleve a cabo en la planta propia (y no en otras, como ocurre en grupos multinacionales).
- Las premuras de tiempo para poner en marcha las siguientes fases cuanto antes (diagramas de flujo, P&ID, ingeniería de detalle, construcción, puesta en marcha, etc.), lo que incita a dedicar un tiempo escaso a estas primeras fases del proyecto, consideradas a menudo un "mero trámite".

Es en estas etapas cuando se tienen las mayores posibilidades de incorporar los principios de seguridad inherente al proyecto y de realizar cuantas modificaciones, elecciones y cambios se consideren necesarios.

2. MÉTODOS GRÁFICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD INHERENTE

El inconveniente que supone la escasez de información con que se cuenta en las etapas iniciales del proyecto, hace preciso disponer de metodologías que permitan realizar una comparación entre las diferentes opciones a partir de datos que puedan obtenerse de forma más o menos sencilla. Incluso puede suceder que los únicos datos de que se dispone sean los correspondientes a la/s propia/s reacción/es química/s en sí y las sustancias intervinientes en ella/s. Además, metodologías muy complejas en su aplicación o que conlleven un aprendizaje previo de gran dedicación, suelen ser rechazadas de antemano por prevencionistas, ingenieros y directivos.

En la actualidad existen muchas metodologías para la evaluación de la seguridad inherente, la mayoría de las cuáles se basan en *índices de riesgo*, es decir, proporcionan un valor numérico final (resultado) que permite establecer una clasificación (*ranking*) de las rutas de síntesis química (o procesos, según el caso) que se están valorando, con el objetivo de seleccionar aquella inherentemente más segura. No obstante, existen algunas metodologías que, en lugar de expresar el resultado como un índice de riesgo, proponen una valoración de las alternativas disponibles a través de la representación gráfica de varios parámetros para que, a continuación, se realice la evaluación en base a la información objetiva de los gráficos y la experiencia y conocimientos de quienes aplican la metodología. Esto resulta especialmente útil para poder comparar las diferencias entre las distintas opciones, en lugar de comparar una posición en un *ranking*. En definitiva, a través de un método gráfico se pueden observar más fácilmente las variaciones que experimentan los parámetros entre unas rutas y otras.

Entre los métodos gráficos desarrollados en las últimas décadas se encuentran los siguientes:

- *Método gráfico de J.P. Gupta y D.W. Edwards (2003).* Se trata de un método que parte del índice PIIS (*Prototype Index of Inherent Safety*), índice desarrollado por D.W. Edwards y D. Lawrence, en el que los parámetros escogidos se representan de forma gráfica. Al igual que el índice PIIS, es un método dirigido a la selección de la ruta de síntesis química inherentemente más segura, dejando sin valorar otros aspectos del proceso.
- *Método gráfico de M.H. Hassim, M. Hurme et al. (2013).* Este método, que parte del índice IOHI (*Inherent Occupational Health Index*) desarrollado por M.H. Hassim y M. Hurme, está dirigido a la selección de la mejor ruta de síntesis química de entre varias alternativas, pero con un enfoque hacia la Higiene Industrial y la Salud Ocupacional, empleando para ello 4 parámetros en la representación gráfica: modo en el que tiene lugar el proceso (continuo, semicontinuo o discontinuo), tendencia a pasar al ambiente (para los líquidos la volatilidad se valora en función de su punto de ebullición; para los sólidos, la valoración se realiza en función de su forma de presentación), presión de operación (expresada en bar) y peligros para la salud (*Health Hazards*). La presión se representa en la gráfica tal cual, expresada en bar, mientras que los otros tres parámetros se representan en función de las puntuaciones obtenidas en las tablas correspondientes del índice IOHI.

  El parámetro *Health Hazards* se obtiene a partir de la suma de las puntuaciones de las tablas obtenidas para dos factores: el primero vinculado al *Occupational Exposure Limit OEL* (para sólidos, en unidades de mg/m^3; para gases y vapores, en ppm) y el segundo a las frases R. A pesar de que el método original hace referencia a las frases R, debe hacerse constar que éstas han sido reemplazadas por las indicaciones de peligro H, que son las actualmente vigentes por el Reglamento CLP. La forma de obtener la puntuación final de las tablas para tres de las variables del método (la tendencia a pasar al ambiente, el OEL y las frases R), para cada etapa de una ruta de síntesis, es la siguiente: la puntuación final escogida de las tablas será la correspondiente al caso más desfavorable considerando a todas las sustancias químicas que intervienen en esa etapa (es decir, se toma la mayor puntuación proporcionada por las sustancias químicas de esa etapa)

  Finalmente, los cuatro parámetros son representados en la gráfica, de manera individual, para cada una de las etapas de cada una de las rutas de síntesis. Una vez se dispone de la representación gráfica completa de todas las alternativas, es decir, de todas las rutas de síntesis, corresponde al prevencionista realizar la evaluación teniendo en cuenta qué valores numéricos más altos de los parámetros indican mayor nivel de riesgo.

Ambos métodos son muy similares en su desarrollo práctico, son sencillos de aplicar y ofrecen una comparación de los parámetros evaluados entre las diferentes rutas de síntesis en estudio. Sin embargo, estos métodos gráficos presentan algunos inconvenientes, entre ellos:

- Los parámetros representados en la gráfica son pocos, para facilitar la aplicación del método y su sencillez, lo cual tiene el efecto colateral de que se pierde la información que proporcionan otras variables que no están representadas. La elección de los parámetros que se utilizan depende del criterio de los autores de la metodología, aunque en ambos métodos se consultó a expertos, invitándoles a realizar comentarios y a poner de manifiesto aquellos que consideraban como los más relevantes.
- Algunos parámetros están representados como tales (por ejemplo, la presión se representa a través del valor numérico que ésta tenga para esa ruta de síntesis, expresada en unas unidades determinadas, como podría ser «9 bar»). Sin embargo, otros parámetros se representan de acuerdo a una puntuación, la cual está basada en tablas donde la puntuación se asigna por intervalos, lo que provoca que el «salto de puntuación» entre un intervalo y el siguiente sea brusco, además del hecho de que el valor de las puntuaciones y el tamaño de los intervalos dependen del criterio del autor de la metodología.
- Los métodos gráficos suelen estar enfocados a la selección de la ruta de síntesis inherentemente más segura, centrándose en las reacciones químicas y las sustancias que en ellas intervienen, por lo que dejan sin valorar otros aspectos del proceso (tecnología, equipos empleados, etc.).
- En la representación gráfica se tienen en cuenta únicamente las etapas que corresponden a reacciones químicas y, generalmente, sólo se dibujan las etapas de reacción que conducen a la obtención del producto/s deseado/s (no considerándose las reacciones químicas paralelas o no deseadas).

En la línea de lo expuesto en la NTP 1066, puede suceder que los resultados del gráfico muestren dos rutas de síntesis química como las mejores opciones (las inherentemente más seguras), pero que cada una de ellas presente sus particularidades. Por ejemplo, al aplicar el método de Gupta y Edwards, podría suceder que una opción sea inherentemente más segura respecto a la temperatura, mientras que la otra sea inherentemente más segura respecto a la inflamabilidad de las sustancias químicas empleadas. Las estrategias para eliminar o reducir los riesgos requerirán actuar de forma diferente en cada caso.

En resumen, los métodos gráficos pueden ser de gran utilidad, dada su sencillez y facilidad de aplicación práctica, para la selección de aquellas rutas de síntesis inherentemente más seguras entre las alternativas valoradas.

3. MÉTODO GRÁFICO DE J.P. GUPTA Y D.W. EDWARDS (2003)

En este método se realiza la representación gráfica de tres parámetros: presión, temperatura y FET. El parámetro FET, adimensional, engloba a su vez a tres variables: inflamabilidad (*flammability*), explosividad (*explosiveness*) y toxicidad (*toxicity*).

Para cada etapa de las diferentes rutas de síntesis se dibujan en el gráfico los tres parámetros. La presión y la temperatura se representan según el valor que tengan en esa etapa de la ruta de síntesis, manteniendo las mismas unidades (por ejemplo, representando siempre la presión en atmósferas y la temperatura en grados centígrados). Si esa etapa de la ruta de síntesis presenta un rango de temperatura y/o un rango de presión en el que puede llevarse a cabo, se representa el caso más desfavorable, es decir, el valor numérico mayor. Por ejemplo, según se muestra en la Tabla 4, en la ruta 1, correspondiente a la ruta de síntesis de ácido acético a partir de la oxidación de metano y posterior carbonila-

ción de metanol, para la primera etapa, se tomará una temperatura de 500 °C y una presión de 100 atmósferas para la representación gráfica, mientras que para la segunda etapa se tomará una temperatura de 250 °C y una presión de 1,5 atmósferas.

El parámetro FET se obtiene a partir de la suma de las puntuaciones obtenidas para la inflamabilidad, la explosividad y la toxicidad, en las tablas correspondientes de la tesis doctoral de D. Lawrence (1996), reproducidas respectivamente en las tablas 1, 2 y 3. Las puntuaciones de inflamabilidad están basadas en el punto de destello (*flash point*) y en el punto de ebullición (*boiling point*), expresados en grados centígrados. Las puntuaciones de explosividad están basadas en el valor de la diferencia entre el límite superior de inflamabilidad (LSE) y el límite inferior de inflamabilidad (LIE), expresados ambos en porcentaje (%) en volumen en aire. Las puntuaciones de toxicidad están basadas en el método original en el TLV (*Threshold Limit Value*) al cual un trabajador puede estar expuesto (8 horas diarias, 5 días a la semana), expresado en partes por millón. En relación a la "toxicidad" deben hacerse unas aclaraciones importantes:

S = (LSE – LIE) % vol.	Puntuación
0 ≤ S < 10	1
10 ≤ S < 20	2
20 ≤ S < 30	3
30 ≤ S < 40	4
40 ≤ S < 50	5
50 ≤ S < 60	6
60 ≤ S < 70	7
70 ≤ S < 80	8
80 ≤ S < 90	9
90 ≤ S < 100	10

Tabla 1. Puntuaciones de Explosividad.

TLV (ppm)	Puntuación
TLV < 0,001	8
0,001 ≤ TLV < 0,01	7
0,01 ≤ TLV < 0,1	6
0,1 ≤ TLV < 1,0	5
1,0 ≤ TLV < 10,0	4
10,0 ≤ TLV < 100,0	3
100,0 ≤ TLV < 1000,0	2
1000,0 ≤ TLV < 10000,0	1
10000,0 ≤ TLV	0

Tabla 2. Puntuaciones de peligrosidad para la salud.

F.P. = Flash Point B.P. = Boiling Point	Puntuación
No inflamable.	0
FP > 60 °C	1
37,7 °C < FP < 60 °C	2
FP < 37,7 °C BP > 37,7 °C	3
FP < 37,7 °C BP < 37,7 °C	4

Tabla 3. Puntuaciones de Inflamabilidad.

- A pesar de que en el método original se habla de los TLV, en España el criterio viene dado por los LEP (Límites de Exposición Profesional) incluidos en el documento "Límites de exposición Profesional para Agentes Químicos en España" que se publica por el INSHT con periodicidad anual. En concreto para este método, el VLA-ED (Valor Límite Ambiental de Exposición Diaria).
- En el método original se emplea el término toxicidad (*toxicity*) pero debería emplearse la denominación "peligrosidad para la salud" (*health hazard*). En términos formales, los TLV o LEP no son una medida de la toxicidad sino de la peligrosidad para la salud: de hecho, que una sustancia tenga un valor menor que otra no significa necesariamente que será más tóxica, sino que puede ser por un tema de capacidad irritativa, olor u otro tipo de efecto. Por ello, en este texto y en adelante se empleará esta denominación.

Para cada etapa de cada ruta de síntesis, el valor del parámetro FET que se representa en el gráfico es la suma de las mayores puntuaciones de inflamabilidad, explosividad y peligrosidad para la salud (casos más desfavorables) considerando a todas las sustancias químicas que intervienen en esa etapa. En algunos casos puede suceder que la misma sustancia química presente los mayores valores de inflamabilidad, explosividad y peligrosidad para la salud, simultáneamente, de esa etapa de la ruta de síntesis (o de la propia ruta, si ésta consta de una sola etapa). En otros casos, no será así, y para calcular el parámetro FET deberá sumarse la puntuación de la sustancia más inflamable, la de la sustancia con peores características de explosividad y la de la sustancia más peligrosa para la salud (casos más desfavorables) en esa etapa de la ruta de síntesis.

Para el caso concreto de la valoración de la peligrosidad para la salud, debe hacerse una indicación importante en relación a los asfixiantes simples, como por ejemplo el nitrógeno, el hidrógeno y otros gases y vapores que, presentes en el aire, actúan desplazando al oxígeno y disminuyendo la concentración de éste en el aire: estas sustancias pueden no tener asignado un LEP y el único factor limitador de concentración viene dado por el oxígeno disponible en el aire (usualmente, una atmósfera con una concentración de oxígeno inferior al 19,5 % en volumen en aire se considera deficiente en oxígeno). En estos casos, siguiendo el criterio expuesto en su tesis por D. Lawrence, se asigna una puntuación de valor uno para la peligrosidad para la salud.

Las diferentes rutas de síntesis química se representan una tras otra en el eje de abscisas, de izquierda a derecha. De igual modo, las etapas que constituyen cada ruta de síntesis concreta se representan, secuencialmente, de izquierda a derecha. En la representación gráfica, como ya se ha comentado, se tienen en cuenta únicamente las etapas que corresponden a reacciones y, generalmente, sólo se dibujan las etapas de reacción que conducen a la obtención del producto/s deseado/s.

Finalmente, los tres parámetros (presión, temperatura y FET) se dibujan en la gráfica, de manera individual, para cada una de las etapas de cada una de las rutas de síntesis. Una vez se dispone de la representación gráfica completa de todas las alternativas, es decir, de todas las rutas de síntesis y sus etapas, corresponde al prevencionista realizar la evaluación teniendo en cuenta que valores numéricos más altos de los parámetros indican mayor nivel de riesgo.

A continuación se muestran dos ejemplos de aplicación del método.

Ejemplo 1. Síntesis de ácido acético

En la tabla 4 se muestran tres alternativas para la síntesis de ácido acético. Obsérvese que la primera ruta de síntesis consta de dos etapas, por lo que cada una de ellas ha de ser representada por separado en la gráfica. En la tabla 5 se muestran las propiedades de las sustancias químicas implicadas y en la tabla 6 se muestran las puntuaciones de explosividad, peligrosidad para la salud e inflamabilidad para cada una de ellas. En la tabla 7 se muestra el valor calculado del parámetro FET. Finalmente, en la Figura 1 se muestra la representación gráfica: obsérvese que en la etapa 1 de la ruta 1, la presión (100 atmósferas) se sale del rango que muestra la gráfica, por lo que ha sido representada de manera simbólica.

Puede observarse que la ruta 1 es la menos segura de todas y que la ruta 3, correspondiente a la oxidación de etanol, es la ruta inherentemente más segura.

Ruta 1: Oxidación de metano y carbonilación de metanol. • **Etapa 1:** Metano + Oxígeno → Metanol + Monóxido de carbono + Agua. $2\ CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CH_3OH + CO + 2\ H_2O$. Temperatura: 350 - 500 °C. Presión: 60 - 100 atm. • **Etapa 2:** Metanol + Monóxido de carbono → Ácido acético. $CH_3OH + CO \rightarrow CH_3COOH$. Temperatura: 150 – 250 °C. Presión: 1 – 1,5 atm.
Ruta 2: Oxidación de etileno. $C_2H_4 + O_2 \rightarrow CH_3COOH$ Etileno + Oxígeno→ Ácido acético. Temperatura: 150 °C. Presión: 4,5 atm.
Ruta 3: Oxidación de etanol. $CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ Etanol + Oxígeno → Ácido acético + Agua. Temperatura: 60 - 115 °C. Presión: 1 - 4 atm.

Tabla 4. Detalles de tres rutas para la síntesis de ácido acético (Fuente: C. Palaniappan et al., 2004).

	Ácido acético	Etanol	Metano	Etileno	Metanol	Monóxido de carbono
LSE (% vol)	19,9	19	15,0	36	36,5	74,2
LIE (% vol)	4	3,3	5,0	2,7	6,0	12,5
LEP (ppm)	10 (*) (**) (***)	1000 (**)	Asfixiante	200 (***)	200 (*) (**) (***)	25 (*) (***)
F.P. (°C)	39,4	12,8	Gas	Gas	11,1	Gas
B.P. (°C)	117,7	78,3	– 161,1	– 103,8	63,8	– 191,6
(*) ACGIH (2016), TLV-TWA (8 horas). Fuente: https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html (**) OSHA, PEL-TWA (8 horas). Fuente: https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html (***) INSHT (2016), VLA-ED (8 horas). Fuente: http://www.insht.es						

Tabla 5. Propiedades de las sustancias químicas implicadas (excepto el agua y el oxígeno).

	Ácido acético	Etanol	Metano	Etileno	Metanol	Monóxido de carbono
Explosividad	2	2	2	4	4	7
Peligrosidad para la salud	3	1	1	2	2	3
Inflamabilidad	2	3	4	4	3	4

Tabla 6. Puntuaciones de las sustancias químicas implicadas (excepto el agua y el oxígeno).

	FET
Ruta 1. Etapa 1.	7 + 3 + 4 = 14
Ruta 1. Etapa 2.	7 + 3 + 4 = 14
Ruta 2.	4 + 3 + 4 = 11
Ruta 3.	2 + 3 + 3 = 8

Tabla 7. Cálculo del parámetro FET para cada ruta y etapa de síntesis.

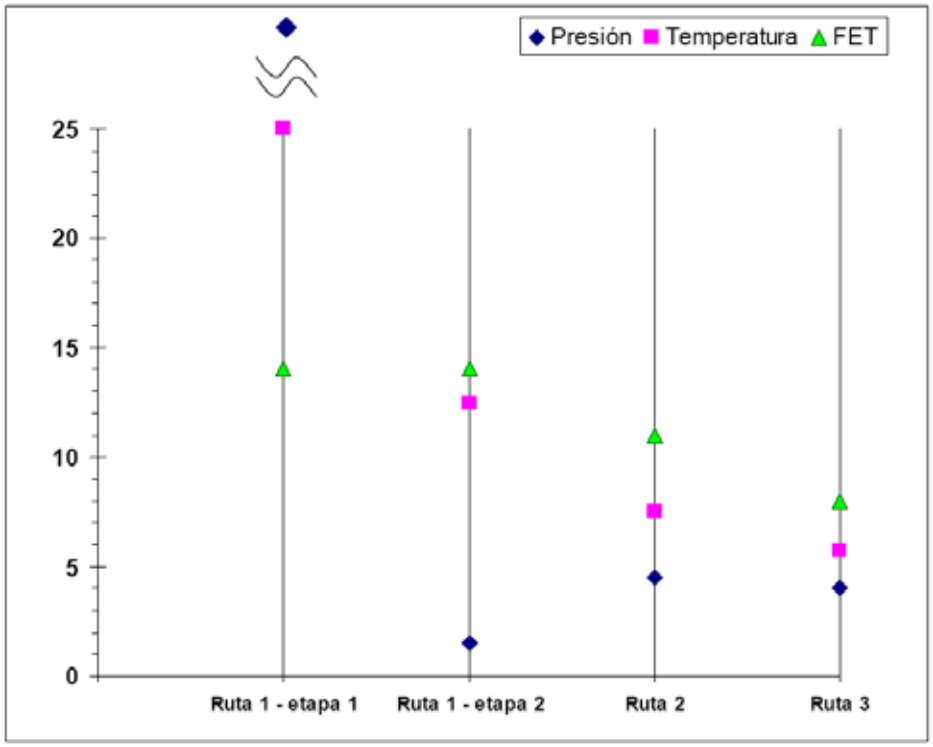


Figura 1. Representación gráfica de las rutas de síntesis de ácido acético. Los valores de temperatura que se han representado en la gráfica son los correspondientes a cada etapa/ruta, en grados centígrados, divididos por veinte. Las unidades de la presión son atmósferas.

Ejemplo 2. Síntesis de acetato de etilo

En la tabla 8 se muestran cuatro alternativas para la síntesis de acetato de etilo. Obsérvese que la reacción química de la primera ruta de síntesis es un equilibrio. En la tabla 9 se muestran las propiedades de las sustancias químicas implicadas y en la tabla 10 se muestran las puntuaciones de explosividad, peligrosidad para la salud e inflamabilidad para cada una de ellas. En la tabla 11 se muestra el valor calculado del parámetro FET. Finalmente, en la Figura 2 se muestra la representación gráfica.

Puede observarse que la ruta 1 y la ruta 3 son, claramente, rutas de síntesis inherentemente más seguras que las rutas 2 y 4. La ruta 1 y la ruta 3 tienen lugar a presión atmosférica pero, mientras que la ruta 1 requiere de mayor temperatura (70 °C frente a 5 °C de la ruta 3), la ruta 3 presenta un valor del parámetro FET cuatro puntos superior al de la ruta 1. Haciendo un desglose de las sustancias químicas implicadas en estas dos rutas, el acetaldehído (ruta 3) presenta las peores características de explosividad e inflamabilidad, mientras que el ácido acético (ruta 1) es la sustancia más peligrosa para la salud. Por consiguiente, teniendo en cuenta que una temperatura de 70 °C no es una temperatura de operación elevada (de hecho, según el criterio de D. Lawrence ambas rutas tendrían, respecto a la temperatura, la misma puntuación) y sin valorar otros factores que no sean los que utiliza este método (calores de reacción, inventario, conversión, rendimiento, reacciones paralelas o no deseadas, etc.), la esterificación (ruta 1) parece ser la ruta de síntesis inherentemente más segura.

El método no valora otros aspectos del proceso que no sean las condiciones de operación de la ruta de síntesis y la peligrosidad de las sustancias implicadas en ella. Al respecto de la tecnología y los equipos de proceso, continuando en la línea de implementación de los principios de la seguridad inherente, en el caso concreto de la esterificación (ruta 1) cabe citar a la *destilación reactiva* y las *tecnologías de membrana*, ambas relacionadas a su vez con la *intensificación de procesos*. La destilación

Ruta 1: Esterificación de Fischer. $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$ Ácido acético + Etanol → Acetato de Etilo + Agua. Temperatura: 70 °C. Presión: 1 atm.
Ruta 2: Dehidrogenación de etanol. $2\ CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3 + 2\ H_2$ Etanol → Acetato de Etilo + Hidrógeno. Temperatura: 245 °C. Presión: 15 atm.
Ruta 3: Condensación o dimerización de acetaldehído. $2\ CH_3COH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3$ Acetaldehído → Acetato de Etilo. Temperatura: 5 °C. Presión: 1 atm.
Ruta 4: Adición directa de etileno y ácido acético. $C_2H_4 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3$ Etileno + Ácido acético → Acetato de Etilo. Temperatura: 195 °C. Presión: 16 atm.

Tabla 8. Detalles de cuatro rutas para la síntesis de acetato de etilo (Fuente: J. Serna et. al, 2016).

	Ácido acético	Etanol	Acetaldehído	Etileno	Acetato de etilo	Hidrógeno
LSE (% vol)	19,9	19	60	36	11,5	76
LIE (% vol)	4	3,3	4	2,7	2	4
LEP (ppm)	10 (*) (**) (***)	1000 (**)	200 (**)	200 (***)	400 (*) (**) (***)	Asfixiante
F.P. (°C)	39,4	12,8	– 37,7	Gas	– 4,4	Gas
B.P. (°C)	117,7	78,3	20,5	– 103,8	77,2	– 252,7

(*) ACGIH (2016), TLV-TWA (8 horas). Fuente: https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html
(**) OSHA, PEL-TWA (8 horas). Fuente: https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html
(***) INSHT (2016), VLA-ED (8 horas). Fuente: http://www.insht.es

Tabla 9. Propiedades de las sustancias químicas implicadas (excepto el agua).

	Ácido acético	Etanol	Acetaldehído	Etileno	Acetato de etilo	Hidrógeno
Explosividad	2	2	6	4	1	8
Peligrosidad para la salud	3	1	2	2	2	1
Inflamabilidad	2	3	4	4	3	4

Tabla 10. Puntuaciones de las sustancias químicas implicadas (excepto el agua).

	FET
Ruta 1	2 + 3 + 3 = 8
Ruta 2	8 + 2 + 4 = 14
Ruta 3	6 + 2 + 4 = 12
Ruta 4	4 + 3 + 4 = 11

Tabla 11. Cálculo del parámetro FET para cada ruta de síntesis.

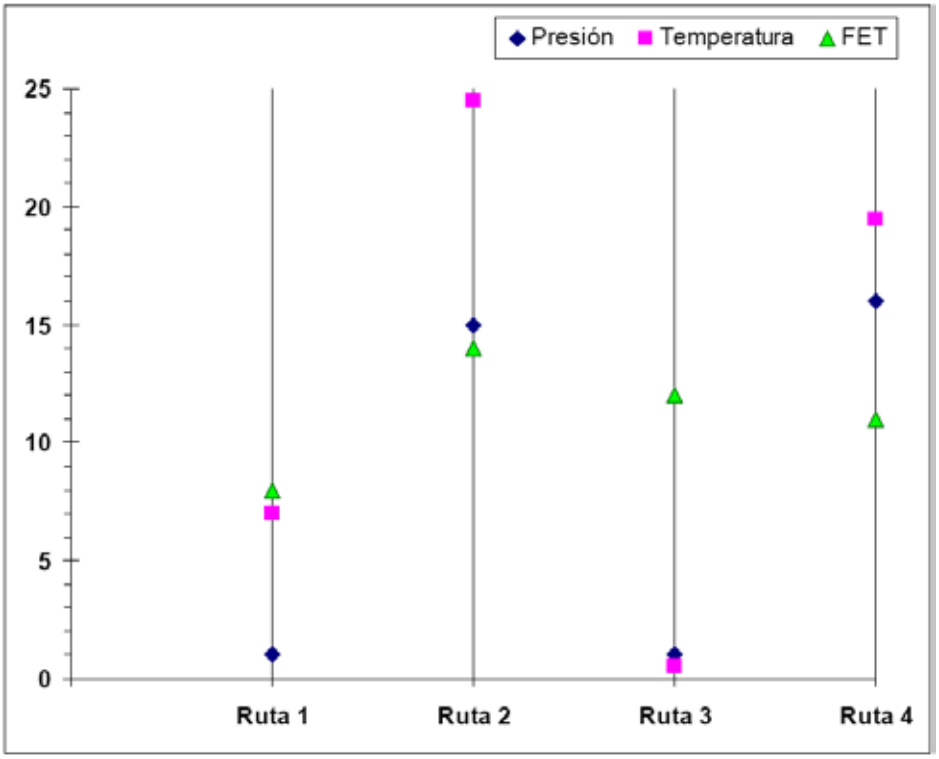


Figura 2. Representación gráfica de las rutas de síntesis de acetato de etilo. Los valores de temperatura que se han representado en la gráfica son los correspondientes a cada ruta, en grados centígrados, divididos por diez. Las unidades de la presión son atmósferas.

reactiva permite simplificar el proceso (menor número de equipos) al llevar a cabo reacción y separación en un mismo equipo, facilitando al mismo tiempo el desplazamiento del equilibrio (recuérdense los principios de Le Chatelier). Por su parte, M.P. Bernal et al. (2002), utilizaron un reactor de membrana zeolítica activa (la zeolita H-ZSM-5 actúa como catalizador de la esterificación del etanol con ácido acético) para acoplar reacción y separación a nivel microscópico de manera eficiente, logrando mayores conversiones que un reactor de lecho fijo convencional y que un reactor de membrana zeolítica no activa (donde ésta se mantiene separada del catalizador).

4. CONCLUSIONES FINALES

Los métodos gráficos son metodologías sencillas que permiten una evaluación de la seguridad inherente en las etapas iniciales del proyecto de diseño de una planta química. La información que proporcionan, a través de una representación gráfica, mostrando varios parámetros y comparando la variación de éstos entre unas rutas y otras, puede ser útil para alcanzar el objetivo de seleccionar las rutas de síntesis química inherentemente más seguras, que impliquen sustancias químicas menos peligrosas y condiciones de operación más moderadas.

BIBLIOGRAFÍA

BERNAL, M.P.; CORONAS, J.; MENÉNDEZ, M.; SANTAMARÍA, J.
Coupling of reaction and separation at the microscopic level: esterification processes in an H-ZSM-5 membrane reactor: *Chemical Engineering Science*. 57, 1557-1562, 2002. [Consulta: 27 de diciembre de 2016].
Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/223281839_Coupling_of_Reaction_and_Separation_at_the_Microscopic_Level_Esterification_Processes_in_a_H-ZSM-5_Membrane_Reactor

GUPTA, J.P.; EDWARDS, D.W.
A simple graphical method for measuring inherent safety: *Journal of Hazardous Materials*. 104, 15-30, 2003.

HASSIM, M.H.; HURME, M.
Inherent occupational health assessment during process research and development stage: *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 23, 127-138, 2010.
[Consulta: 27 de diciembre de 2016]. Disponible en: http://lib.tkk.fi/Diss/2010/isbn9789526030951/article2.pdf

HASSIM, M.H.; HURME, M.; EDWARDS, D.W.; AZIZ, N.N.N.A.; RAHIM, F.L.M.
Simple graphical method for inherent occupational health assessment: *Process Safety and Environmental Protection*. 91, 438-451, 2013.
[Consulta: 27 de diciembre de 2016]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Mimi_Hassim/publication/283237276_A_graphical_method_for_assessing_inherent_safety_during_research_and_development_phase_of_process_design/links/56ef664808ae4b8b5e756e3b.pdf?origin=publication_list

LAWRENCE, D.
Quantifying inherent safety of chemical process routes. Loughborough: Submitted in partial fulfilment of the requirements for the award of Degree of Doctor of Philosophy of the Loughborough University of Technology, 1996.
[Consulta: 27 de diciembre de 2016]. Disponible en: https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/7427/3/16403.pdf

PALANIAPPAN, C.; SRINIVASAN, R.; TAN, R.
Selection of inherently safer process routes: a case study: *Chemical Engineering and Processing*. 2004, Vol. 43, 647-653.
[Consulta: 27 de diciembre de 2016]. Disponible en: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.566.3150&rep=rep1&type=pdf

SANTAMARÍA, J.M.; BRAÑA, P.A.
Análisis y reducción de riesgos en la industria química. 2ª edición.
Madrid: Fundación MAPFRE, 1998.

SERNA, J.; DÍAZ, E.N.; NARVÁEZ, P.C.; CAMARGO, M.; GÁLVEZ, D.; ORJUELA, A.
Multi-criteria decision analysis for the selection of sustainable chemical process routes during early design stages: *Chemical Engineering Research and Design*. 113, 28-49, 2016.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.108

Seguridad en trabajos verticales (I): riesgos y medidas preventivas

Safety in rope acces (I): risks and preventive measures
Sûreté des travaux sur cordes (I): risques et mesures préventives

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Esta NTP es la primera de una serie de cuatro, con las que se pretende actualizar las NTP 682, NTP 683 y NTP 684, estando motivada principalmente por la aparición desde su publicación de mejoras técnicas en los equipos y en los sistemas de sujeción de las cuerdas utilizados en los trabajos verticales.

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

Generalidades

Desde la aparición del Real Decreto 2177/2004, que modificó el Real Decreto 1215/1997 de equipos de trabajo en lo referente a los equipos para la realización de trabajos temporales en altura, introduciendo las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas (trabajos verticales), se establecieron las condiciones de utilización haciendo además, referencia al contenido de la formación que deben poseer los profesionales que las utilicen.

El objetivo de esta NTP es el estudio y análisis de los distintos riesgos asociados a la realización de trabajos verticales, los equipos de trabajo utilizados así como las medidas necesarias para prevenirlos.

Marco normativo

El uso de las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas en la ejecución de trabajos temporales en altura, está regulado normativamente por el Real Decreto 2177/2004, sobre la utilización de los equipos de trabajo por parte de los trabajadores para realizar trabajos temporales en altura, incorporado como Anexo II, apartado 4 al Real Decreto 1215/1997 sobre equipos de trabajo.

En el Anexo II, apartado 4.1.3 del Real Decreto 1215/1997 se indica: *La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas se limitará a circunstancias en las que la evaluación del riesgo indique que el trabajo puede ejecutarse de manera segura y en las que, además, la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada.*

En los comentarios a este apartado realizados en la Guía Técnica de desarrollo del mencionado texto legal, indica las situaciones en las que no estaría justificada la utilización de otros equipos de trabajo, en principio más seguros:

1. No es técnicamente posible realizar el trabajo con dichos equipos, por ejemplo en trabajos en el interior de espacios confinados, o de pozos en los que resulte inviable introducir o montar, este tipo de equipos.
2. El montaje y/o utilización de dichos equipos pueden dar lugar a mayores riesgos que los derivados de realizar el trabajo con técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas.
   Podría ser el caso del acceso a objetos naturales (árboles, frentes rocosos, etc.), construcciones (fachadas de edificios, cubiertas, diques, taludes, puentes, silos, etc.), instalaciones (postes, estructuras, torres de telecomunicación, líneas eléctricas aéreas, etc.).
3. El trabajo a realizar es de corta duración o se trata de una situación que requiere una intervención urgente y el tiempo necesario para disponer del equipo de trabajo adecuado o para el montaje del mismo es muy superior al que se precisa para la intervención con las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas, siendo la rapidez de la intervención el factor determinante para la seguridad de las personas a auxiliar, rescatar o proteger.
   Podría ser el caso de: la reparación de roturas de conductos de agua potable en patios de luces; la reparación de roturas de bajantes de aguas residuales; operaciones de socorro y salvamento en espacios confinados, pozos, acantilados, cisternas; saneados preventivos en fachadas o colocación de mallas envolventes para evitar desprendimientos que puedan provocar daños a transeúntes, etc.

En cualquier caso, tal como se indica en el articulado del real decreto, será la evaluación de riesgos la que justifique la utilización de las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas.

La aplicación de las disposiciones contenidas en el apartado 4.4 del Anexo II del Real Decreto 1215/1997 (texto consolidado), serán los requisitos mínimos para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores que ejecuten dichos trabajos.

2. DEFINICIÓN. CAMPOS DE APLICACIÓN

Definición

Se denominan "técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas" (trabajos verticales), a las técnicas para realizar trabajos temporales en altura que se componen de una cuerda o línea de trabajo y de una cuerda o línea de seguridad, fijadas a una estructura, soporte o superficie de forma independiente, y que junto con otros equipos, dispositivos y accesorios específicos, permite al usuario poder acceder, realizar un determinado trabajo a cierta altura y salir.

Se consideran trabajos verticales únicamente aquellos trabajos en altura, en los que el trabajador está suspendido de la cuerda de trabajo (con su cuerda de seguridad) y a diferencia de aquellos en los que el trabajador ejecuta su trabajo también en altura utilizando cuerdas, u otro tipo de sistema de protección anticaídas pero como medida de seguridad frente a caídas de altura a distinto nivel. Ver figura 1.

Altura Vertical

Figura 1. Ejemplo de trabajo en altura y vertical.

El sistema de trabajo está basado en el empleo de técnicas y en la utilización de equipos y dispositivos específicos, que permiten el desplazamiento en la vertical a través de las cuerdas instaladas (línea de trabajo y línea de seguridad). La combinación correcta de la cuerda de trabajo (como medio de acceso-descenso y como apoyo) y de la cuerda de seguridad (como medio de emergencia), ambas con sujeción independiente y compatible, será la que garantice una situación de trabajo segura, evitando por tanto los riesgos inherentes de caídas en altura.

Campos de aplicación

Esta actividad se lleva a cabo en sectores diversos, siendo muy adecuados para la realización de tareas en lugares de *difícil acceso* o *en situaciones de riesgo de caí*da de *altura* a distinto nivel.

No obstante, será la evaluación de riesgos de los trabajos a desarrollar la que determine la adecuación de la aplicación de las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas.

Entre las actividades y tareas en las que puede ser necesario aplicar estas técnicas se pueden destacar: rehabilitación, mantenimiento y restauración de fachadas y patios de edificios, monumentos, etc., reparación y protección de estructuras de hormigón; renovación y reparación de tejados y cubiertas, evaluación y elaboración de informes técnicos cuando se deben realizar "in situ"; limpieza de muros cortina, fachadas, cristales, etc.; instalación de toldos, de aparatos de aire acondicionado y sistemas de refrigeración, líneas de vida y sistemas de protección y seguridad en altura, sistemas contra aves, plagas, etc.; gas, fontanería, electricidad, etc.; mantenimientos de estructuras, instalaciones, torres, postes, aerogeneradores, etc.; obra civil, trabajos en puentes, presas, puertos, etc.; trabajos en taludes, frentes rocosos, instalaciones de mallas, redes y barreras dinámicas, espacios confinados (pozos, silos, etc.). En la figura 2 se muestran algunos de los ejemplos citados.

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos asociados a los trabajos verticales son:

Caídas a distinto nivel debidas a:

- Rotura de cuerdas por:
  - Uso de cuerdas inapropiadas en los tendidos de trabajo y seguridad.
  - Condiciones climáticas adversas.

Figura 2. Campos de aplicación. Ejemplos.

  - Falta de revisión o mantenimiento inadecuado de las cuerdas.
  - Trabajos de soldadura, trabajos cercanos a fuentes de calor sin protección de las cuerdas.
  - Uso de productos corrosivos o abrasivos sin protección de las cuerdas.
  - Uso de herramientas mecánicas/manuales cortantes o punzantes sin protección de las cuerdas.
  - Deficiencias en el sistema de sujeción de las cuerdas (deficiencias en la planificación previa de la tarea, elección de los puntos/dispositivos de anclaje, en su instalación/mantenimiento o en las conexiones a las cuerdas de trabajo y de seguridad).
- Incumplimiento o ausencia de los procedimientos de trabajo y seguridad específicos para trabajos verticales.
- Utilización inadecuada del EPI o falta del mismo.
- Longitud de las cuerdas insuficiente y falta el nudo final de cuerda en alguna o todas las cuerdas.
- Falta de formación e información de los trabajadores.
- Control, mantenimiento y revisión inadecuados de los componentes del equipo de protección contra caídas.

Caída de materiales u objetos en su manipulación sobre personas y/o bienes debida a:

- Incorrecta instalación y/o sujeción de los elementos y accesorios para el desarrollo del trabajo.
- Uso inadecuado de sistemas auxiliares para transporte de objetos en altura.
- Incumplimiento de los procedimientos de seguridad en el transporte y uso de herramientas y material.
- Formación e información insuficiente a los trabajadores.

Cortes o heridas de diversa índole por uso de herramientas y maquinaria debidas a:

- Incumplimiento o ausencia de los procedimientos de trabajo en relación con el uso y manipulación de herramientas y maquinaria.
- Uso inadecuado de los equipos de trabajo y de protección individual.
- Formación e información a los trabajadores insuficiente en el correcto uso de herramientas y maquinaria.

Caídas al mismo nivel debidas a:

- Incumplimiento de los procedimientos de trabajo y seguridad en cuanto al mantenimiento del orden y limpieza de la zona de trabajo.
- Falta de formación e información a los trabajadores.

Proyección de partículas debida a:

- Realización de determinadas tareas como picado, soldadura, chorreo (agua o arena) o pintura sin utilizar los EPI adecuados, incumpliendo los procedimientos de trabajo y seguridad en la ejecución de los trabajos.
- Uso inadecuado de los equipos de trabajo y de protección individual.
- Formación e información de los trabajadores insuficiente.

Quemaduras diversas debidas a:

- Utilización de herramientas portátiles generadoras de calor sin utilizar los EPI adecuados.

Inhalación de partículas debidas a:

- Incumplimiento de los procedimientos de trabajo y seguridad en la ejecución de los trabajos.
- Uso inadecuado de los equipos de trabajo y de protección individual.
- Formación e información de los trabajadores insuficiente.

Contactos eléctricos directos o indirectos debidos a:

- Realización de trabajos en proximidad a líneas eléctricas aéreas de AT y/o BT tales como en los trabajos en aerogeneradores, torres de alta tensión, torres de iluminación, rótulos luminosos, pantallas de publicidad, etc.
- Utilización de maquinaria eléctrica desprovista de protección.
- Incumplimiento o ausencia de los procedimientos de trabajo en la ejecución de los trabajos.
- Uso inadecuado de los equipos de trabajo y protección individual.
- Formación e información de los trabajadores insuficiente.

Explosiones en presencia de atmósferas explosivas debidas a:

- Operaciones que impliquen la generación de chispas (soldadura, corte de materiales, etc.), incumplimiento de los procedimientos de trabajo establecidos.
- Formación e información de los trabajadores insuficiente.

Riesgos ergonómicos debidos a:

- Organización del trabajo inadecuada no previendo pausas y/o descansos que limiten el tiempo de suspensión.
- Asiento inadecuado o ausencia del mismo. (Ver NTP 789: Ergonomía en trabajos verticales: el asiento)
- Formación e información de los trabajadores insuficiente.

Estrés térmico debido a:

- Trabajar a la intemperie en condiciones atmosféricas adversas o por una deficiente organización/programación del trabajo.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección se concretan en la descripción de los procedimientos de trabajo en los que se recogen la forma específica de realizar cada una de las actividades. Estos procedimientos incluirán qué actividades se realizarán y cómo (método de ejecución), además de su organización, es decir, cuándo deben llevarse a cabo y quién ha de realizarlas. Asimismo se desarrollan distintas medidas preventivas específicas frente a los riesgos descritos.

Las medidas de prevención y protección deben elegirse de forma que eliminen, o reduzcan al máximo posible, los riesgos descritos anteriormente.

Se deberán desarrollar procedimientos de trabajo para todas las actividades y/o tareas a llevar a cabo en la que se incluyan las medidas preventivas y de protección más idóneas para que dichos trabajos puedan

FASE PREVIA		
Prevención	**Administración**	**Medios técnicos y materiales**
• Vías de acceso y evacuación. Servicios afectados y necesidad de sistemas de protección. • Riesgos asociados a las tareas a realizar. • Formación necesaria para las tareas a realizar.	• Identificar el lugar de la obra. • Trabajos a realizar y plazos. • Medios de coordinación. • Alta de servicios.	• Medios materiales para realizar los trabajos. • Previsión de medidas de prevención y correctoras a llevar a cabo en función de las tareas a realizar.
FASE INICIAL		
Prevención	**Administración**	**Medios técnicos y materiales**
• Designar encargado, recurso preventivo y trabajadores. • Evaluación de riesgos y planificación preventiva. Información de los riesgos. • Información de los procedimientos de trabajo elaborados para llevar a cabo dichas tareas. • Estado de los accesos. Vallado y señalización. • Reuniones de coordinación.	• Solicitud de licencias y permisos. • Planificación detallada de los trabajos. • Identificar el promotor, dirección facultativa, etc. • Comprobar la cualificación y formación del personal.	• Dotación de equipos, EPI y protecciones colectivas. • Estado y documentación de las máquinas.
FASE EJECUCIÓN		
Prevención	**Administración**	**Medios técnicos y materiales**
• Analizar la morfología y estructura del lugar de trabajo. • Realización de las tareas según el procedimiento de trabajo establecido. • Supervisión por parte del recurso preventivo de todas las medidas preventivas adoptadas. • Instalación de sistemas sujeción o instalaciones de cabecera, protecciones colectivas, etc. • Control del orden y limpieza, equipos de evacuación de residuos. • Control de medidas de evacuación y rescate.	• Verificación de trabajos a realizar.	• Estado de suministros y servicios. • Todos los trabajadores disponen de los equipos, especialmente, los de comunicación. • Comprobar los equipos, equipos de trabajo vertical y de protección.
FASE FINALIZACIÓN		
Prevención	**Administración**	**Medios técnicos y materiales**
• Retirada de protecciones, señalización y vallado.	• Inspección final de la obra y documentación final.	• Trabajos de orden y limpieza, retirada de materiales peligrosos. • Recogida y almacenamiento de todos los equipos y EPI.

Tabla 1. Fases y aspectos de los procedimientos de trabajo.

llevarse a cabo siempre de forma segura para el trabajador.

En estos procedimientos de trabajo deberían distinguirse las distintas fases de ejecución de las tareas que van a llevarse a cabo junto con las medidas preventivas a aplicar, si procede.

En la tabla 1 se muestra un ejemplo de procedimiento de trabajo que consta de cuatro fases y, a su vez dentro de cada fase se han distinguido tres aspectos que corresponden a: prevención, administración y medios técnicos y materiales. Para cada una de las fases y aspectos se establecen una serie de pautas y recomendaciones de ejecución.

Todo procedimiento de trabajo debe tener como base fundamental el plan de prevención de la empresa y, en obras de construcción, el Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud y/o el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Medidas preventivas y de protección frente a caídas a distinto nivel

A continuación se detallan los puntos más importantes a tener en cuenta para que no se materialice el riesgo de caídas a distinto nivel.

Cuerdas

El empresario y los trabajadores velarán por el perfecto estado de conservación y uso de las cuerdas, consultando estos últimos cualquier duda sobre su correcta utilización.

Se solicitarán nuevas cuerdas en caso de deterioro o ante cualquier duda razonable sobre su correcto funcionamiento o grado de seguridad.

Las cuerdas deben revisarse diariamente, almacenarse correctamente dentro de un recipiente adecuado que se disponga para ello, o en un lugar seco al abrigo de luz directa del sol.

Las cuerdas deben disponer de una marca e identificación que permita conocer las fechas y personas que las hayan utilizado, con el fin de controlar su uso correcto y vida útil.

Las cuerdas deterioradas, rotas, rozadas, etc., o superada su vida útil deben ser desechadas, no pudiendo

utilizarse en ningún caso para realizar trabajos verticales.

Es recomendable la utilización de cuerdas de colores distintos para diferenciar la cuerda de trabajo de la de seguridad, ya que la primera es la que sufre mayor desgaste por la fricción de los aparatos de progresión de cuerda para el descenso y ascenso por ella, mientras que la cuerda de seguridad no lo padece, con el consiguiente menor desgaste y mayor duración en cuanto a su uso y vida útil. Ver figura 3.

Figura 3. Distintos tipos de cuerdas y colores.

Cuando el trabajador haga uso de herramientas que generen llama o herramientas de corte, utilice elementos corrosivos o abrasivos, deberá proceder a proteger las cuerdas, principalmente la cuerda de seguridad, separándola lo más posible de los mismos.

En caso de que no pudiera procederse a una separación y/o protección adecuada de las cuerdas, el trabajador debe utilizar cables de acero (5 mm diámetro) o cadenas metálicas, en los últimos 2 metros por encima suyo. Esta medida de protección se puede realizar mediante la colocación de un dispositivo de regulación de cuerda Tipo B en la cuerda de trabajo del cual se sujetará el cable o la cadena, estando el trabajador anclado de este elemento al final.

Instalación y mantenimiento del sistema de sujeción de las cuerdas

El montaje de los sistemas de sujeción de las cuerdas debe cumplir con los requerimientos y exigencias de los fabricantes para aquellos dispositivos de anclaje a instalar o instalados. Ambas cuerdas (trabajo y seguridad) deben tener una sujeción independiente y compatible.

En el caso de que estos se instalen sobre elementos estructurales, se deben realizar los cálculos de resistencia de los mismos por un técnico competente.

Es conveniente realizar pruebas de resistencia y proceder al registro y documentación de los resultados conforme se indica en la norma de referencia (UNE-EN 795).

Utilización de EPI adecuados para esta actividad

Los trabajadores deben utilizar un arnés de seguridad adecuado, que disponga de un enganche anticaídas para conectarlo a la cuerda de seguridad y de un enganche ventral para conectarlo a la cuerda de trabajo. Ver ejemplo en figura 4.

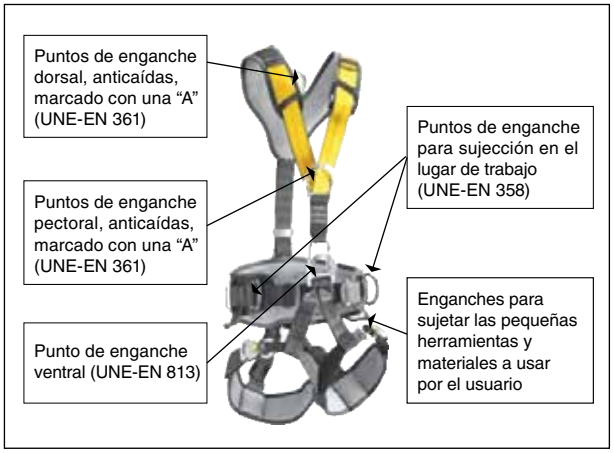


Figura 4. Modelo de arnés de seguridad para trabajos verticales. Detalles de puntos de enganche.

Se deben utilizar los dispositivos de regulación de cuerda adecuados para cada cuerda. La cuerda de trabajo debe estar equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso, y disponer de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. Ver figura 5. La cuerda de seguridad debe estar equipada con un dispositivo de regulación de cuerda que siga los desplazamientos del trabajador. Ver figura 6.

Longitud de las cuerdas y realización del nudo final de cuerda en cada una de ellas.

Las cuerdas, tanto la de trabajo como de seguridad, deben tener la medida o longitud necesaria, en función de la altura del edificio, nave, estructura, etc., es decir, que una vez ancladas a la instalación de cabecera, estas lleguen sobradamente al suelo.

Además las cuerdas deben tener en su parte final un nudo de final de cuerda, para evitar que los dispositivos de regulación se puedan salir de las mismas. Es necesario además que para el correcto funcionamiento de los dispositivos de regulación de cuerda, sobre todo del dispositivo de la cuerda de seguridad, que las cuerdas se encuentren lastradas, es decir, que en su parte final, tengan un peso que las haga estar en tensión.

Figura 5. Dispositivos de ascenso y de descenso de la cuerda de trabajo.

Figura 6. Dispositivos de regulación de la cuerda de seguridad.

Sistemas de protección colectiva e instalación de sistemas de protección individual contra caídas conforme la norma UNE-EN 363.

En función de las características de lugar o zona de trabajo en altura, y de acuerdo con la evaluación de riesgos puede ser necesarios instalar los sistemas de protección colectiva adecuados para evitar la caída a distinto nivel de los trabajadores verticales.

Igualmente deben instalarse los sistemas de protección individual contra caídas para los trabajadores que asisten a los trabajadores verticales, conforme dispone la UNE-EN 363 (retención, sujeción, etc.), que eviten la caída de personas a distinto nivel, cuando no haya sistemas de protección colectiva, o estos resulten insuficientes para evitar la caída.

Medidas preventivas y de protección frente a la caída de objetos en su manipulación

Todos los elementos, dispositivos, equipos, etc., deben estar correctamente instalados y sujetos para evitar que los mismos se puedan caer durante la realización de trabajos verticales, así como realizar las operaciones de ascenso y descenso con precaución de que ningún equipo del sistema caiga al vacío.

En concreto, con respecto a la carga:

- Se encontrará perfectamente asegurada/sujeta mediante conectores u otros medios auxiliares a dispositivos que permitan un desplazamiento seguro por la cuerda auxiliar.
- La sujeción del sistema de suspensión de objetos o cargas será independiente del sistema de sujeción de las cuerdas (de seguridad y trabajo).
- Las de menores dimensiones podrán ser transportadas mediante cestas portaherramientas, cubos y/o cajas, sujetas al trabajador en los puntos de enganche adecuados, o bien a la silla o asiento de trabajo, mediante conectores u otro sistema seguro (peso < 10kg) (Ver figura 8).
- Si no es posible que la carga sea transportada por el trabajador que está desarrollando el trabajo vertical, será suministrada mediante otros medios y por terceras personas. En este caso, si se utiliza una cuerda para el transporte de objetos pesados tendrá que estar también asegurada su sujeción (Ver figura 7).
- Para la instalación del sistema de suspensión de objetos o cargas se observarán las mismas medidas preventivas que para la instalación del sistema de sujeción de las cuerdas.

Figura 7. Abastecimiento asistido con cuerda auxiliar.

Figura 8. Cesta portaherramientas.

- Igualmente, se ejecutarán procedimientos e instalarán sistemas de protección que garanticen la seguridad de terceras personas en las tareas de abastecimiento.
- Instalación de protecciones como redes verticales (Ver figura 9), señalización de la zona de trabajo (Ver figura 10), y utilización de bastidores de recogida de materiales (Ver figura 11).
- Se tendrá especial precaución con no dejar una herramienta conectada suspendida del cable de suministro de energía. Las conexiones se realizarán de tal forma que no sea posible una desconexión accidental.
- En caso de transporte de líquidos o sustancias corrosivas:
  - Los recipientes que contengan líquidos deben estar cerrados perfectamente y serán los adecuados para cada tipo.
  - No se llenarán hasta el límite de su capacidad (recomendación no más de un tercio).
  - Proteger las cuerdas frente a posibles contactos con sustancias corrosivas o abrasivas.

Figura 9. Instalación de una red de protección.

Figura 10. Ejemplo de señal de peligro de realización de trabajos verticales.

Figura 11. Bastidor de recogida de materiales.

Medidas preventivas y de protección frente a cortes o heridas por uso de herramientas y maquinaria

- Utilizar EPI de protección tales como guantes, pantallas de protección, cascos de seguridad, gafas de protección, calzado de seguridad, etc., adecuados conforme la normativa vigente de aplicación en cuanto a marcado, normas técnicas, etc.
- No deben manipularse, alterarse las máquinas o herramientas a utilizar, quitar los resguardos, las protecciones o sus sistemas de seguridad.
- Seleccionar la herramienta/máquina correcta para el trabajo a realizar, asignando la utilización de las mis-

mas a aquellos trabajadores con la suficiente formación, capacitación y conocimiento de su manejo.
- Las herramientas no deben utilizarse para fines distintos de los previstos, ni sobrepasar las prestaciones para las que están diseñadas.
- Comprobar que los mangos no estén astillados o rajados y estén perfectamente acoplados y sólidamente fijados a la herramienta (martillos, destornilladores, sierras, limas, etc.).
- Verificar que las mordazas, bocas y brazos de las herramientas de apriete, sujeción, etc., no presentan deformaciones o falta de algún componente (llaves, alicates, tenazas, destornilladores, etc.).
- Comprobar que las herramientas de corte y de bordes filosos estén perfectamente afiladas (cuchillos, tijeras, cinceles, etc.), y son almacenadas con sus protectores.
- Se debe evaluar el entorno y área de trabajo con el fin de utilizar la maquinaria o herramienta más adecuada al objeto de facilitar su manipulación y uso.
- Se debe mantener el orden y limpieza en el lugar de trabajo, y en particular mantener adecuadamente almacenadas las herramientas y maquinaria a utilizar, con el objeto de evitar su deterioro.
- Se debe realizar un control y revisiones periódicas sobre el estado de la maquinaria y herramientas, que permitan mantener un estado óptimo y adecuado de las mismas.
- Formar e informar a los trabajadores sobre el uso de las herramientas y maquinaria, siguiendo las instrucciones de cada fabricante.

Medidas preventivas y de protección frente a caídas al mismo nivel

- La maquinaria y equipos de trabajo deben guardar una separación suficiente respecto a los elementos cercanos que permita una circulación segura a su alrededor.
- Los materiales, maquinaria y herramientas deben ser almacenados hasta su utilización en un lugar habilitado para ello y delimitado claramente.
- Evitar dejar herramientas, maquinaria o materiales en el suelo, por lugares donde puedan transitar personas.
- Señalizar y habilitar vías de circulación restringida para el acceso a lugares con riesgo de caída, así como en lugares de trabajo con suelo irregular o resbaladizo.
- Señalizar y delimitar las zonas donde se realicen las instalaciones de cabecera, así como las zonas por las cuales transcurran las líneas de trabajo (cuerda de trabajo) y línea de seguridad (cuerda de seguridad).
- Señalizar e informar de la restricción de acceso a la zona de trabajo o área de trabajo a todo persona ajena a la obra.
- La zona de trabajo se debe limpiar periódicamente de residuos, escombros, restos de materiales y líquidos, debiendo ser almacenados en los depósitos correspondientes hasta su retirada.
- Utilizar calzado de seguridad adecuado para el tipo de suelo o tipo de superficie.
- Los trabajadores deben recibir la formación e información necesaria para el mantenimiento de un adecuado orden, limpieza y adecuación de las zonas de trabajo.

Medidas preventivas y de protección frente a la proyección de partículas

- No deben manipularse, ni alterarse los elementos de seguridad y resguardos de las máquinas o herramientas a utilizar.
- Utilizar los EPI adecuados contra el impacto de partículas, tales como gafas, guantes, casco, etc. Ver figura 12.
- Realizar las labores de mantenimiento, revisión, almacenamiento y control de los equipos, herramientas y máquinas conforme indique el fabricante.
- Formar e informar a los trabajadores en el manejo de los equipos, herramientas, maquinaria, etc.

Figura 12. Trabajadores protegidos del riesgo de proyección de partículas.

Medidas preventivas y de protección frente a quemaduras

- Utilizar los EPI correspondientes a cada tipo de trabajo en proximidad de zonas calientes.
- Seguir las pautas establecidas en el procedimiento de trabajo para ese tipo de tareas.

Medidas preventivas y de protección frente a la inhalación de partículas

- Realizar mediciones antes y durante los trabajos, teniendo en cuenta los valores límite, de la cantidad de partículas en suspensión en lugares de trabajo sin ventilación o poco ventilados.
- Planificar y en su caso instalar sistemas de ventilación, cabinas de descontaminación, así como utilizar contenedores adecuados para la retirada del material contaminante.
- Controlar la exposición temporal de los trabajadores al riesgo, la manipulación de los materiales, el estado de la maquinaria y herramienta a utilizar (con todos sus resguardos y un caso el funcionamiento de los sistemas de aspiración, que lleven incorporado o que pueda incorporárseles.).
- Cuando así esté establecido, cumplir con los protocolos de seguridad específicos y obtener los permisos y autorizaciones necesarias.
- Prever e instalar en su caso, los sistemas de evacuación y emergencia, que deben estar diseñados en

función de las características y morfología del lugar o zona de trabajo.
- Prever sistemas de comunicación con los trabajadores que realicen tareas dentro de ese lugar o zona de trabajo.
- Si se utilizan pequeños productos, tales como las resinas para anclajes químicos u otro tipo de adhesivos que generan reacciones químicas exotérmicas, en las que aparte de un desprendimiento de calor aparecen emanaciones gaseosas tóxicas por inhalación a corta distancia, especialmente cuando se trabaja por encima de 25 °C o en superficies recalentadas por el sol estival, se deben adoptar las precauciones necesarias para proteger las vías respiratorias, utilizando mascarillas o caretas de respiración con los filtros adecuados a la sustancia nociva, gas o vapor implicado, así como utilizar ropa de protección adecuada y/o en su caso la utilización de equipos de respiración autónoma.
- Comprobar que los gases, vapores, sustancias nocivas, no afectan por corrosión a las cuerdas o demás elementos o dispositivos del equipo del trabajador vertical, en cuyo caso deberán ser sustituidos por otros resistentes, o protegidos con ropa de protección adecuada para trabajar en esos ambientes.
- En situaciones de riesgo de inhalación por partículas suspendidas por presencia de materiales con amianto, a parte de estas medidas preventivas debe aplicarse lo establecido en la normativa específica de aplicación vigente.

Medidas preventivas y de protección frente a contactos eléctricos directos o indirectos

- Con carácter previo se debe comprobar si existen líneas eléctricas aéreas en las proximidades de las zonas de trabajo previstas y planificar los trabajos en consecuencia.
- El procedimiento a seguir para realizar trabajos en proximidad de líneas eléctricas es:
  - Solicitar la desconexión de la línea mientras duren los trabajos, cuando la distancia durante los trabajos sea o pueda ser menor de 5 m.
- Para el caso líneas eléctricas aéreas, si la desconexión no es posible hay que adoptar las siguientes medidas:
  - Señalizar y delimitar la zona de influencia de la línea.
  - Mantener una **distancia de seguridad** según lo establecido en el Real Decreto 614/2001.
- En el caso de utilización de maquinaria, se debe seleccionar la máquina eléctrica más adecuada para el trabajo a realizar, la cual debe estar en buen estado.
- No se deben manipular los componentes de la máquina, ni alterar las conexiones a los puntos de suministro eléctrico, resguardos, sistemas de parada y de emergencia, etc.
- Debe hacerse un uso correcto de las máquinas respetando las instrucciones del fabricante.
- Respetar las instrucciones y medidas de seguridad indicadas para las conexiones a cuadros eléctricos o puntos de suministro eléctrico.
- El mantenimiento general de las herramientas/máquinas manuales deberá ser realizado por trabajadores cualificados y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante, evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.
- Se deben utilizar los EPI, tales como guantes de aislamiento, casco de seguridad, etc., específicos frente al riesgo de contacto eléctrico.

Medidas preventivas y de protección frente al riesgo de explosión

- En la realización de trabajos en espacios confinados, deben realizarse mediciones de gases o vapores, antes y durante la realización de los trabajos, teniendo en cuenta los valores límite, utilizando para ello los equipos y dispositivos de medición adecuados.
- Se debe planificar y en su caso instalar sistemas de ventilación si ello es posible, o realizar, si es factible, aberturas que permitan una adecuada ventilación de lugar de trabajo.
- Se debe controlar el estado de la maquinaria y herramienta a utilizar (con todos sus resguardos y en su caso, el funcionamiento de los sistemas de aspiración, que lleven incorporado o que pueda incorporárseles).
- Se deben utilizar herramientas o maquinaria, ropa de trabajo y otros equipos que no produzcan chispas susceptibles de ocasionar una explosión, en caso de existencia o posibilidad de formación de atmósferas explosivas.
- Deben, si así se ha establecido, cumplirse los protocolos de seguridad específicos y obtener los permisos y autorizaciones necesarias.
- Prever la instalación de sistemas de evacuación y emergencia, que deberán estar diseñados en función de las características y morfología del lugar o zona de trabajo.
- Debe preverse sistemas de comunicación con los trabajadores que realicen tareas dentro del lugar o zona de trabajo.

Otras medidas de protección colectiva, individual y frente a terceros

Colectivas

En los trabajos verticales, por la propia naturaleza de los mismos, los equipos y medios de protección que generalmente se utilizan son los equipos de protección individual; no obstante puede resultar necesario para la realización de las obras mediante estas técnicas, la utilización y montaje de equipos de protección colectiva y equipos de protección a terceros.

En la realización de trabajos verticales en altura, el riesgo de caídas a distinto nivel (ocasionado principalmente por la rotura de la cuerda de trabajo y ya analizados en apartados anteriores), puede tener lugar también por otras causas como, por ejemplo: la existencia en la zona de trabajo de huecos en el suelo, aberturas, falta de muro perimetral en la cubierta, falta de un acceso seguro a la misma, etc.

Un gran número de accidentes laborales por caídas a distinto nivel, cuando se aplican estas técnicas, se producen en la zona acceso de los trabajadores que van a realizar estas tareas (cubierta, plataforma, tejado, etc.), al no adoptarse e instalarse las medidas preventivas necesarias, es decir, la instalación de sistemas de protección colectiva entre los que cabe destacar:

Barandillas

- Se instalarán, cuando sea posible, en lugares donde exista posibilidad de caídas a distinto nivel de personas u objetos.
- La altura de las barandillas debe ser de 90 cm como mínimo, tener una protección intermedia y un rodapié de una altura mínima de 15 cm.

- Las barandillas deben ser rígidas, sólidas y resistentes, y cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN-13374 correspondiente.
- La distancia entre soportes será como máximo de 2,5 m a no ser que el sistema esté homologado para mayores distancias.
- Prestar especial atención a la rigidez del conjunto.

Pasarelas

- Tendrán una anchura mínima de 60 cm y estarán construidas con materiales uniformes.
- La resistencia de la pasarela será la adecuada para soportar el peso de los materiales y las personas que la utilicen, además de tener la superficie antideslizante.
- Si superan los dos metros de altura deben estar provistas de las correspondientes barandillas (con protección intermedia y rodapié).
- Si se utilizan para acceder o transitar por lugares inclinados deberán estar sujetas a algún punto de la estructura y dispondrán de sistema antideslizamiento.
- Las pasarelas estarán instaladas de forma solidaria a las estructuras portantes, de manera que no puedan bascular o deslizar.

Redes

- Las redes tienen como objetivo detener, impedir o limitar la caída tanto de personas como de objetos, pero no evitan el riesgo de caída a distinto nivel.
- Las redes pueden instalarse no solo verticalmente, sino también horizontalmente por ejemplo: para evitar la caída por un hueco en el suelo.

Si por circunstancias diversas, (funcionalidad, imposibilidad técnica, duración limitada del trabajo, etc.) no se instalaran equipos de protección colectiva, se procederá a la instalación de líneas de vida que podrán ser:

- Horizontales: instaladas conforme la norma UNE-EN 795 para un usuario y además conforme a la especificación técnica PNE-CEN/TS 16415 cuando vayan a ser utilizadas para más de un usuario. Estas líneas de vida permiten la correcta sujeción de seguridad de los operarios que además, deben utilizar los correspondientes EPI anticaídas.
- Verticales, instaladas según las normas UNE-EN 353-1 y UNE-EN 353-2. Pueden ser de cable o cuerda y deben ser utilizadas con el dispositivo anticaídas con el que han sido certificadas.

Las líneas de vida pueden ser temporales o fijas y deben ser instaladas por personal con acreditada experiencia y formación.

En los lugares donde esté instalada una línea de vida, deberá estar presente la documentación relativa a los datos de la instalación, en concreto los suministrados por el fabricante, así como los del instalador, entre las cuales debe detallarse la información sobre el uso, fecha de montaje, fecha de revisión, resistencias, tipos de soporte sobre el que se ha instalado, los carros o dispositivos anticaídas que deben utilizarse, el cartel identificativo, la señalización correspondiente, etc.

Protecciones frente a terceros

Durante la realización de trabajos verticales es posible provocar daños a terceros, objetos o bienes, si no se toman las medidas oportunas.

Puede resultar necesario para la realización de las obras mediante estas técnicas, la utilización y montaje de equipos de protección frentes a terceros, por ejemplo para evitar caída de materiales a viandantes.

Los equipos de protección frente a terceros que comúnmente se utilizan son los siguientes:

- Redes de fachada.
- Marquesina de paso o estructura de andamio.
- Señalización y balizamiento.
- Vallado.
- Utilización de bastidores recoge escombros.

5. MANTENIMIENTO Y REVISIONES

Los componentes, dispositivos y elementos que componen el sistema de acceso mediante cuerdas deben estar sometidos a un programa de mantenimiento y de revisiones periódicas. Todas las empresas de trabajos verticales desde el momento de la adquisición de cualquiera de los elementos o dispositivos necesarios para desarrollar su actividad, deben establecer e implementar un procedimiento mediante el cual, controle y haga un seguimiento de los mismos, sirviéndose para ello de los métodos de trazabilidad, codificación, identificación que considere más convenientes.

Con ello, se facilita por ejemplo:

- Conocer el periodo o tiempo de uso de los mismos y el periodo de vida útil que le resta.
- Conocer al responsable de su uso, mantenimiento y revisión.
- Conocer si ha sido retirado o desechado para el uso, y las circunstancias o causas que lo han provocado.
- Conocer el stock de equipos, elementos y dispositivo disponibles.

Además, deben ser sometidos un proceso continuo de mantenimiento, que permita mantener su funcionamiento en condiciones óptimas. Este programa de mantenimiento debe seguir en todo momento las especificaciones que el fabricante del mismo indique en su manual de instrucciones.

Deben establecerse pautas de mantenimiento, tales como:

- Evitar en la medida de los posible que se manchen con pintura, morteros, resinas, etc., protegiéndolos.
- Limpiarlos diariamente, si ello es factible, o realizar una limpieza con mayor profundidad si ésta muy sucio el equipo, elemento o dispositivo.
- Almacenarlos en un lugar ventilado, seco (sin humedad) y al abrigo de los rayos del sol.
- No dejarlos en el suelo, pisarlos o almacenar cosas, productos, etc., sobre ellos.
- Realizar un transporte adecuado de los mismos, bien dentro del petate de cada trabajador vertical, o en cajas u otro tipo de sistema que eviten que se caigan, estén expuestos a sustancias corrosivas, abrasivas, etc.

Debe establecerse un proceso de revisión periódica de los equipos, elementos o dispositivos que componen el sistema de acceso mediante cuerdas que entregan a sus trabajadores.

Algunos fabricantes han diseñado y facilitan a los usuarios de sus productos, diferentes modelos de fichas de revisión, en la mayoría de los casos específicas para un dispositivo, equipo o elemento.

El uso de estas fichas facilita el proceso de revisión, de acuerdo con la norma UNE-EN 365, donde se recoge la necesidad de realizar revisiones o inspecciones periódicas de estos. Esta norma indica que las revisiones las debe realizar personal competente para ello o facultado, habilitado o autorizado por el fabricante.

6. FORMACIÓN

Los trabajadores verticales deberán recibir y tener la correspondiente formación en materia de prevención de riesgos laborales de acuerdo con lo que exige la Ley 31/1995, en su artículo 19. Igualmente el trabajador debe tener la formación específica en las técnicas de trabajos verticales de conformidad con lo dispuesto en el RD. 1215/1997, Anexo II 4.4.1 f), así como estar informado de los riesgos y las medidas preventivas inherentes a los trabajos que realizan, entre los que cabe destacar los necesarios para evitar este riesgo de caídas a distinto nivel.

BLIBLIOGRAFÍA

Legal

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.
Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción.

Técnica

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo. Edición 2011. INSHT.
Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Edición 2012. INSHT
NTP 682. Seguridad en trabajos verticales (I): equipos. INSHT. 2005.
NTP 683. Seguridad en trabajos verticales (II): técnicas de instalación. INSHT. 2005.
NTP 684. Seguridad en trabajos verticales (III): técnicas operativas. INSHT. 2005.
NTP 774. Sistemas anticaídas. Componentes y elementos. INSHT. 2007.
NTP 789. Ergonomía en trabajos verticales: el asiento. INSHT. 2008.
NTP 809. Descripción y elección de dispositivos de anclaje. INSHT. 2008.
NTP 843. Dispositivos de anclaje de clase C. INSHT. 2009.
NTP 893. Anclajes estructurales. INSHT. 2011.
UNE-EN-353-1:2014. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida. AENOR.
UNE-EN-353-2:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible. AENOR.
UNE-EN 354:2011. Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre. AENOR**.**
UNE-EN 355:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía. AENOR.
UNE-EN 358:2000. Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componente de amarre de sujeción. AENOR.
UNE-EN 360:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles. AENOR.
UNE-EN 361:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas. AENOR.
UNE-EN 362:2005. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores. AENOR.
UNE-EN 363:2009. Equipos de protección individual contra caídas**.** Sistemas de protección individual contra caídas. AENOR.
UNE-EN 364/AC:1994. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Métodos de ensayo. AENOR.
UNE-EN 365:2005 +ERRATUM:2006. Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje. AENOR.
UNE-EN 397:2012+A1:2012. Cascos de protección para la industria. AENOR.
UNE-EN 795:2012. Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos de anclaje. AENOR.
UNE-EN 813:2009. Equipos de protección individual contra caídas. Arneses de asiento. AENOR.
UNE-EN 1891:1999+ERRATUM:2000. Equipos de protección individual para la prevención de caídas desde una altura. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas. AENOR.
UNE-EN 12841:2007. Equipo de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda. AENOR.
UNE-EN 13374:2013. Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones de producto. Métodos de ensayo. AENOR.
PN-CEN/TS 16415. Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje. Recomendaciones relativas a los dispositivos de anclaje para ser utilizados por varias personas al mismo tiempo.
Manual de Formación en Técnicas de Trabajos Verticales. ANETVA.
Guía de Seguridad y Salud en Trabajos Verticales. ANETVA y ASEPEYO.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.109

Seguridad en trabajos verticales (II): técnicas de instalación

Safety in rope acces (II): Installation techniques
Sûreté des travaux sur cordes (II): Techniques d´installation

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Esta NTP es la segunda de una serie de cuatro, con las que se pretende actualizar las NTP 682, NTP 683 y NTP 684, motivada principalmente a la aparición desde su publicación de mejoras técnicas relacionadas con las técnicas de instalación utilizadas en los trabajos verticales.

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 objetivo de esta NTP es dar a conocer los distintos tipos y características de las técnicas de instalación de tendidos de trabajo para la conexión de las cuerdas de trabajo y seguridad, de forma que garanticen la seguridad de los trabajos verticales.

Esta NTP complementa por un lado, la NTP 1.108, en la que se definen los trabajos verticales, su campo de aplicación, los riesgos, las medidas preventivas y la formación de los técnicos verticales, entre otras cuestiones, la NTP 1.110 que desarrolla el equipo utilizado en los sistemas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas y la NTP 1.111 sobre las técnicas de progresión.

En la parte final de esta NTP se expone un glosario de los términos más importantes recogidos en este documento.

2. TÉCNICAS DE INSTALACIÓN DE TENDIDOS DE TRABAJO

Son el conjunto de instalaciones y equipos necesarios para la colocación de las líneas o cuerdas de trabajo y de seguridad, así como el resto de elementos auxiliares.

Para la adecuada instalación de los tendidos de trabajo es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos: instalaciones de cabecera, nudos, reaseguros, fraccionamientos, dispositivos de anclaje, resistencia del sustrato o soporte, angulaciones, desvíos y el sistema de reparto de cargas entre los dispositivos de anclaje.

Instalaciones de cabecera

La realización de la instalación de cabecera se basa en la instalación de dispositivos de anclaje seguros, fiables y por separado, uno o varios para la línea o cuerda de trabajo y otro o varios para la línea o cuerda de seguridad (ver figura 1). La instalación de ambas líneas se lleva a cabo mediante conectores a los dispositivos de anclaje instalados y que comprenden la instalación de cabecera.

Estos dispositivos de anclaje se instalarán sobre elementos estructurales del edificio, estructura, superficie, etc., o sobre un soporte o substrato, pudiendo ser de varios tipos, funcionamiento y características, para lo que puede ser de utilidad la norma UNE-EN 795 sobre dispositivos de anclaje.

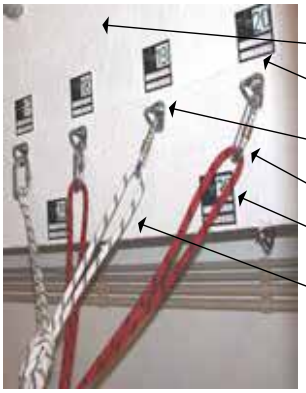


Figura 1. Sistema de sujeción de las cuerdas de trabajo y seguridad. Instalación de los componentes.

Como pauta y recomendación para la instalación de los sistemas de sujeción de las cuerdas de trabajo y seguridad (en adelante “sistema de sujeción”) y posterior anclado de los tendidos (trabajo y seguridad), es importante utilizar diferentes elementos estructurales, en lugar de colocar los dispositivos de anclaje sobre un solo elemento estructural. Esta pauta proporcionará mayor fiabilidad y seguridad, además de permitir un reparto de cargas, así como menores esfuerzos de presión sobre dichos elementos.

En el caso de dispositivos de anclaje instalados, la distancia mínima entre ellos será de 30 cm (ver figura 2). La resistencia de cada uno deberá ser mayor que la mínima exigida conforme la norma de referencia, antes reseñada, y estarán diseñados para el uso de un único usuario

inicialmente, salvo que se permita su uso para varios, lo cual vendrá determinado por el fabricante y la certificación de la instalación de los mismos.

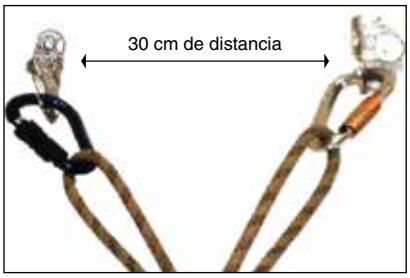


Figura 2. Anclaje de la cuerda de trabajo y de seguridad.

Antes de proceder al montaje de la instalaciones de cabecera, se debe realizar una inspección previa a la utilización de elementos estructurales como anclajes de cabecera (en base al art. 4.1 RD 1215/1997); dicha inspección la debe realizar un técnico competente y con capacidad (art. 4.3 RD 1215/1997) para juzgar la adecuación del punto/s de los elementos estructurales que pudieran ser utilizados como anclajes de cabecera, debiendo realizarse las pruebas de resistencia necesarias para comprobar su idoneidad y fiabilidad por medio de los equipos adecuados (ver figura 3). Asimismo, deben registrarse documentalmente los datos obtenidos, conjuntamente con otros datos como: los del fabricante del dispositivo; del sistema o método de fijación; de la planificación y distribución; del análisis y cálculo de resistencia del soporte o substrato; del técnico instalador; de las revisiones en su caso; etc.

La inspección deberá estar documentada (art. 4.4 RD. 1215/1997). Además, todo esto se debe reflejar en el documento de planificación del trabajo que hay que adoptar en base al punto 4.4.1.e) del anexo II del RD. 1215/1997.

La instalación de los sistemas de sujeción debe llevarla a cabo personal con experiencia y formación adecuada.

Figura 3. Máquina medidora de resistencias.

El proceso de la instalación de las cabeceras, así como de ambos tendidos, seguridad y trabajo, debe llevarse a cabo atendiendo a los procedimientos de trabajo que se determinen en cada situación, siendo imprescindibles la utilización de los equipos de protección individual y colectiva previstos. La utilización de los mismos vendrá determinada por las características del lugar de trabajo en altura (cubierta, muro perimetral, plano inclinado), debiendo por tanto utilizarse los sistemas de protección individual contra caídas establecidos conforme a la norma UNE-EN 363.

Una vez realizada la instalación de la cabecera, que es la responsable de la sujeción inicial, se procede a la instalación de la cuerda de trabajo y de la cuerda de seguridad, que permitirán al trabajador acceder a la zona de trabajo en vertical, es decir, le permiten acceder y posicionarse en un lugar de trabajo en altura. Previamente al acceso a esta zona de trabajo en vertical, el trabajador deberá haberse puesto el equipo necesario para el acceso con cuerda, que se compone de diferentes elementos y dispositivos para poder progresar por las cuerdas con total seguridad.

En la instalación de ambas cuerdas trabajo y seguridad es imprescindible aplicar y seguir algunas normas y procesos de seguridad específicos con objeto de protegerlas de los rozamientos que se puedan producir con aristas, bordes, filos, cantos u otros elementos, los cuales pueden provocar el corte o deterioro de las mismas. Para ello, se utilizan diferentes sistemas, técnicas o elementos tales como: fraccionamientos, desviaciones, protecciones antiroce, trípodes, pescantes, etc. Además de la protección de las cuerdas, se deben proteger los bordes cortantes, afilados, abrasivos o que puedan quemar las cuerdas instalando sobre ellos distintos sistemas de protección que eviten la fricción o roce de las cuerdas. Ver figura 4.

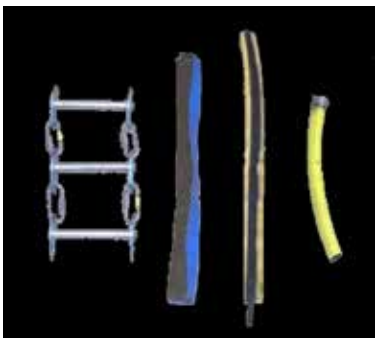


Figura 4. Sistemas de protección de las cuerdas de seguridad y de trabajo.

Una vez la cuerda de trabajo y la de seguridad se han anclado a la instalación de cabecera, debe mantenerse entre ellas una distancia, de 1 m a 1,5 m aproximadamente, con el objetivo de facilitar las tareas que realiza el trabajador vertical y de protegerla la cuerda de seguridad de las posibles agresiones que pueda sufrir como consecuencia de esos trabajos. Esto no es óbice para que la cuerda de trabajo también se proteja, a fin de garantizar una mayor seguridad en la ejecución de los trabajos verticales. Ver figura 5.

Es muy recomendable utilizar cuerdas de diferentes colores, que permita diferenciar entre la cuerda de trabajo y la de seguridad. El tipo de cuerdas dependerá de los dispositivos de regulación de cuerda que se utilicen,

Figura 5. Separación entre la cuerda de seguridad y la de trabajo.

en las instrucciones de los fabricantes se indicará el tipo de cuerda más adecuado (las más utilizadas suelen ser las cuerdas semiestáticas tipo A según la norma UNE-EN 1891). Con ello se controla el hecho de que la cuerda que sufre un mayor desgaste es la cuerda de trabajo, salvaguardando el estado de la cuerda de seguridad, ya que el dispositivo anticaídas no fricciona tanto la cuerda de seguridad como los dispositivos para progresar por la cuerda de trabajo en ascenso o descenso.

Así, la vida útil de la cuerda de seguridad, por el menor desgaste, es mayor, y también permite un mejor control de la trazabilidad en cuanto a las revisiones periódicas que se le debe realizar a ambas cuerdas.

Nudos

En las instalaciones de cabecera se utilizan en muchas ocasiones nudos para unir partes de los tendidos. Los nudos más utilizados son, gaza simple, ocho, ocho de doble seno y nueve.

La característica fundamental de los nudos es que son el punto más débil de una cuerda. Los nudos reducen la resistencia de una cuerda entre un 30% y un 60% de lo establecido por el fabricante de la misma.

Cualquier nudo debe cumplir las siguientes características:

- Estar adaptado al uso que se le va a dar.
- Resistente y seguro.
- Fácil de realizar.
- Fácil de verificar su realización.
- Fácil de deshacer.

Reaseguros

Los reaseguros consisten en el montaje de una instalación por detrás de la instalación principal, uniendo las dos con una cuerda, de forma que el “reaseguro” no trabaje. El objetivo del reaseguro es garantizar la sujeción de la cuerda en el caso de que la instalación principal falle.

Pese a que las medidas de seguridad redundantes son recomendables, lo más seguro es dimensionar la instalación principal adecuadamente, despejando cualquier duda sobre su fiabilidad y resistencia. En caso de que la instalación principal deba soportar una mayor carga, siempre se puede utilizar la instalación de reaseguro como un anclaje más y realizar un reparto de cargas junto con la instalación principal mediante una triangulación.

Por todo esto, en el caso de realizar reaseguros de las instalaciones de cabecera, los criterios de seguridad y resistencia deberán ser los mismos que en el caso de no instalar dicho reaseguro.

Durante las tareas de montaje de la instalación de cabecera deben instalarse sistemas de protección colectiva, como por ejemplo barandillas, etc., en zonas en las que exista riesgo de caídas a distinto nivel, y no existan elementos arquitectónicos del propio edificio, estructura, superficie, etc., que ya cumplan la función de protección (barandillas, muros perimetrales, vallado, protección de huecos, etc.).

Fraccionamientos

En ocasiones, para poder acceder a determinados lugares, el trabajador tiene que montar varias instalaciones de cabeceras secundarias, partiendo de una cabecera principal. A esas instalaciones de cabecera se las denomina fraccionamientos, que pueden ser de dos tipos, cortos o largos, dependiendo de la comba que tengan las cuerdas de trabajo y de seguridad.

Para el montaje del fraccionamiento deben observarse las mismas normas que para la instalación de una cabecera, pues en sí, es exactamente lo mismo y debe tener su misma resistencia y fiabilidad. Ver figura 6.

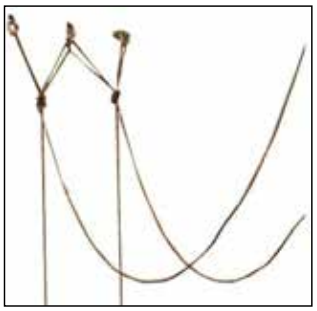


Figura 6. Instalación de un fraccionamiento.

Anclajes

En el caso de los sistemas de acceso con cuerda, generalmente se pueden encontrar como más habituales los siguientes elementos y dispositivos como parte de los sistemas de anclaje:

Elementos constructivos

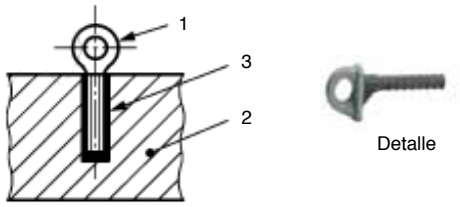
Son los que ofrece la propia estructura del edificio (por ejemplo: caseta de la sala de máquinas de ascensores, chimeneas, vigas metálicas, soportes de instalaciones, etc.). La decisión de utilizar alguno de estos elementos para anclar las cuerdas debe tomarla un técnico competente con conocimientos de resistencia de materiales en el caso en que se trate de trabajos con proyecto y memoria. Para los casos de trabajos de pequeña duración o trabajos que no requieren proyecto, la determinación de la capacidad de resistencia de los anclajes la realiza el técnico que vaya a realizar el trabajo o responsable de la empresa. Además, se debe realizar una inspección ocular para comprobar que no están dañados o debilitados por grietas u otras patologías. En caso de duda se deben realizar pruebas de carga, a nivel del suelo, debiendo garantizar una carga tres veces superior al peso que va a soportar durante su utilización, incluida la posible fuerza de choque provocada por una caída.

Dispositivos de anclaje estructurales (para permanecer en la estructura)

En estos casos se suelen encontrar según la forma de fijación: anclajes mecánicos y químicos (ver NTP 893 Anclajes estructurales).

El anclaje mecánico se fija al soporte por la presión que ejerce el mecanismo de expansión sobre las paredes del orificio taladrado sobre el soporte, substrato o superficie. En este caso, el mecanismo de expansión crea unas tensiones en el interior del material de soporte, por lo que este soporte debe ser macizo y compacto. Los materiales que cumplen este requisito son el hormigón en masa, el hormigón armado y la piedra compacta. Ver figura 7.

El anclaje químico funciona mediante la adherencia de la resina inyectada en el agujero creado por la perforación realizada con un taladro sobre un soporte, substrato o superficie, sin casi presión o tensión a este, por lo que



1. Punto de anclaje
2. Material de soporte o estructura
3. Fijación permanente (química, mecánica, etc.)

Figura 7. Dispositivo de anclaje estructural. Partes.

se puede emplear más cerca de los bordes, siendo más adecuado para soportes poco compactos o perforados como el hormigón de baja resistencia o la piedra poco compacta, así como sobre el ladrillo macizo, ladrillo de hueco simple o doble, o similares.

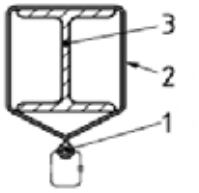
Muchos anclajes estructurales, no incluyen el punto de anclaje, es decir, la pieza en la que anclar la cuerda de trabajo y/o de seguridad, terminando en una tuerca hexagonal que fija el anclaje en el caso de los mecánicos y en un tornillo roscado en el caso de los químicos. En estos casos se añade un elemento apropiado que puede ser una plaqueta o chapa, o un cáncamo según el tipo A de la norma UNE-EN 795:2012. Ver figura 8.

Figura 8. Anclajes estructurales de fijación mecánica y química.

Dispositivos de anclaje según la UNE-EN 795

Los más utilizados en los sistemas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas son los denominados como Tipo A y Tipo B

- Los dispositivos de **Tipo A** necesitan de un ***elemento de fijación*** (puede quitarse de la estructura, por ejemplo un tornillo pasante) o un ***anclaje estructural (***ver punto anterior**)**. Ver figura 9.
- Los dispositivos **Tipo B**: son aquellos que no requieren de un elemento de fijación o anclaje estructural para ser unido a la estructura. Se suelen caracterizar por su "provisionalidad", es decir se instalan para realizar el trabajo y se retiran una vez finalizado este. Son considerados EPI. En estos casos la propia estructura del edificio (por ej. vigas metálicas) sirve para instalar el dispositivo de anclaje directamente (ver figura 10). Ejemplos típicos son las cintas o eslingas de anclaje (ver figura 11).



1. Punto de anclaje
2. Dispositivo de anclaje tipo B UNE-EN 795
3. Estructura (viga)

Figura 10. Dispositivos de anclaje Tipo B anclado a una viga.

Figura 11. Cintas o eslingas de anclaje.

La norma UNE-EN 795 también contempla otros tres tipos de dispositivos de anclaje (las líneas de anclaje horizontales flexibles o Tipo C, las rígidas o Tipo D y los denominados de peso muerto o tipo E)

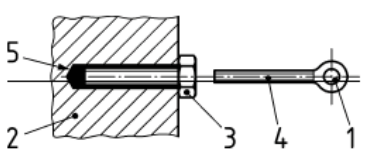
La norma UNE-EN 795, sólo cubre a aquellos dispositivos que se puedan retirar de la estructura (desmontables) y que sirvan para un único usuario, siendo la especificación técnica **CEN/TS 16415:2013** la que contempla los dispositivos para más de un usuario.

Disposición y número de anclajes

Es imprescindible que las instalaciones de cabecera, sean capaces de soportar cargas de 12 kN como mínimo, especialmente cuando la calidad del sustrato no es la óptima, no se debe fiar toda la seguridad del sistema a un solo anclaje. Lo más conveniente es instalar un segundo anclaje, de ese modo se sobredimensiona el sistema y queda fuera de toda duda su capacidad de soportar una caída.

Cuando se utilizan dispositivos de anclaje estructurales, hay que tener en cuenta que tanto los químicos como los mecánicos (de expansión), generan un cono de presiones sobre el substrato. El radio de este cono depende de la longitud del espárrago, siendo aproximadamente 1,5 veces la longitud del espárrago o tensor. Esta distancia determina, la distancia mínima a la que se puede colocar otro anclaje sin que los conos de presión se solapen o generen cargas excesivas sobre una parte determinada y pequeña del sustrato. Es por esto que la distancia mínima

Ejemplo dispositivo de anclaje tipo A con un anclaje estructural



1. Punto de anclaje
2. Material de soporte o estructura
3. Anclaje estructural
4. Dispositivo de anclaje Tipo A según UNE-EN 795

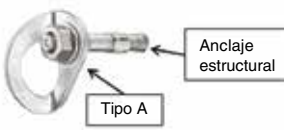


Figura 9. Dispositivos de anclaje Tipo A.

de seguridad entre anclajes instalados debe ser, como mínimo, de 30 cm para tensores de 10 cm de longitud. Esta distancia se puede reducir disminuyendo la longitud del tensor, respetando las cargas. Es necesario mantener esta distancia de seguridad cuando el anclaje vaya instalado cerca de un borde o una esquina de la pared.

Altura de los anclajes

Siempre que sea posible, la instalación se debe situar más bien alta, incluso por encima de la cabeza de forma que el ángulo formado por la cuerda y el "peto" o protección perimetral sea mayor, facilitando la entrada en la vertical y realizando un esfuerzo más moderado sobre ese punto concreto de apoyo de la cuerda. Es preciso tener en cuenta que la resistencia de los anclajes sobre elementos estructurales puede verse afectada por el efecto palanca producido por la altura de los mismos, por lo que se deben colocar lo más bajo posible.

Resistencia del substrato o soporte

Para elegir el punto de anclaje más adecuado, resulta fundamental realizar un estudio sobre la resistencia del substrato sobre el cual se va a montar la instalación de cabecera. La resistencia a la extracción del anclaje, está íntimamente ligada a la resistencia a la compresión que tiene el propio substrato. En la tabla 1 se puede ver los tipos de anclaje más adecuados en función del tipo de sustrato.

En paredes o soportes de ladrillo hueco o con cámaras de aire grandes, no se debe utilizar ninguno de estos anclajes ya que la resistencia del propio sustrato no alcanza los mínimos exigidos. Para estos casos se utilizan anclajes con espárragos pasantes, capaces de abrazar el muro en toda su anchura, aumentando la superficie sobre la cual trabaja. Utilizando convenientemente varias unidades de este tipo de anclajes, se consiguen instalaciones que cumplan con la resistencia (12 kN).

Hormigón Compacto Roca Dura (Ejemplo: granito)	Ladrillo macizo Roca Blanda o muy blanda (Ejemplo: caliza) Ladrillo perforado
Anclaje químico Anclaje expansivo	Anclaje químico

Tabla 1. Tipos de anclajes en función del sustrato.

Angulaciones

Cuando se tiene una instalación con dos puntos de anclaje para trabajar juntos, la mejor manera de optimizar la resistencia de cada uno está en conseguir repartir la carga entre los dos anclajes al 50 %. De esta manera siempre se tiene una resistencia residual en cada uno para resistir un sobreesfuerzo inesperado.

Si se unen dos anclajes mediante dos eslingas de anclaje se forma un "triángulo de fuerzas", el esfuerzo soportado por cada uno, dependerá directamente del ángulo formado entre estas eslingas. En el supuesto de que un trabajador vertical sufra una caída en que se desarrolle una fuerza de choque de 6 kN (fuerza máxima de choque a la que puede verse sometido un trabajador en una caída utilizando correctamente un sistema anticaídas), hay que tener en cuenta que los esfuerzos sobre los anclajes se incrementan a medida que aumentan los ángulos entre los mismos. Ver tabla 2.

Ángulo (Grados)	Fuerza de choque	% de carga sobre los anclajes F1 y F2	Esfuerzo sobre los anclajes F1 y F2
0°	6 kN	50 %	3 kN
30°	6 kN	52 %	3,1 kN
60°	6 kN	58 %	3,4 kN
90°	6 kN	71 %	4,2kN
120°	6 kN	100 %	6 kN
150°	6 kN	174 %	10,4 kN
160°	6 kN	287 %	17,2 kN
170°	6 kN	575 %	34,5 kN
175°	6 kN	2.865 %	172 kN

Tabla 2. Esfuerzos sobre los anclajes en función del ángulo entre los mismos.

Cuando se utilizan varios puntos de anclaje se deben evitar los ángulos abiertos entre las eslingas o cuerdas que los unan, con el objeto de no sobrecargar los anclajes. Lo aconsejable es que los ángulos no superen los 60º, de forma que se reparta igualitariamente el esfuerzo entre los anclajes. En la figura 12 se pueden ver algunos ejemplos.

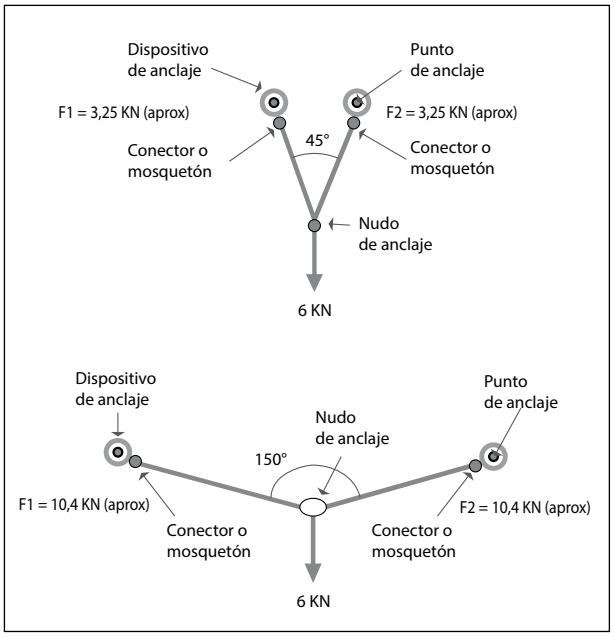


Figura 12. Ejemplos de los esfuerzos sobre los anclajes en función del ángulo entre ramales.

Desvíos

Los desvíos son necesarios cuando los anclajes en los elementos estructurales utilizados se encuentran desplazados de la línea que deberá seguir la cuerda anticaídas o la cuerda de trabajo. En estos casos, para conseguir que la cuerda se sitúe en la vertical del trabajador, se debe "apoyar" dicha cuerda en un anclaje auxiliar, mediante un reenvío o desvío.

Es necesario dimensionar correctamente el anclaje sobre el que se va a realizar el desvío, ya que, dependiendo del ángulo formado por la cuerda, el mismo deberá soportar más o menos carga. Ver figura 13.

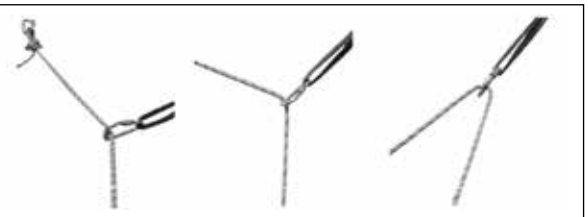


Figura 13. Distintos esfuerzos sobre el anclaje de desvío en función del ángulo formado por la cuerda.

Sistema de reparto de cargas entre los dispositivos de anclaje

Con independencia del tipo de anclaje elegido, existen diversos métodos para realizar el correcto reparto de cargas entre ellos, para garantizar ángulos cerrados. Para elegir el sistema más adecuado se debe tener en cuenta, principalmente, la distancia entre los anclajes. En función de la ubicación y las características de los anclajes se debe elegir entre los siguientes métodos:

- Triángulo bloqueado con eslinga
  Se puede aplicar siempre que los anclajes no estén muy separados y tenga una resistencia similar. Ver Figura 14.
- Triangulación con ocho de doble seno
  Se aplica para anclajes no muy separados (máximo 2 m), cuando se carece de una eslinga de una longitud apropiada o están situados a niveles diferentes. Ver Figura 15.
- Tres ochos
  Este sistema es recomendable cuando los anclajes estén situados a distinto nivel y muy separados. Los nudos de ocho deben ser de doble seno, montando los dos senos sobre el mosquetón. Ver figura 16.

Figura 14. Triángulo bloqueado con una eslinga.

Figura 15. Triángulo realizado mediante ocho de doble seno.

Glosario de definiciones relacionadas con las instalaciones

- *Instalación de cabecera:* Instalación de los diferentes dispositivos de anclaje que componen el o los sistemas de sujeción para anclar por separado las cuerdas de trabajo y de seguridad que permiten acceder a la zona vertical donde se ejecutan los trabajos o tareas.

Figura 16. Sistema realizado mediante tres ochos.

- *Sistema de anclaje:* Sistema destinado a formar parte del equipo de protección individual contra caídas. Incorpora un punto de anclaje o varios, y/o un dispositivo de anclaje, y/o un soporte, y/o la fijación al soporte, y/o un anclaje estructural.
- *Soporte o substrato:* Superficie sobre la cual se realiza la instalación del dispositivo de anclaje (ladrillo, hormigón, madera, cerámica, roca, vigas, etc.).
- *Punto de anclaje:* Elemento al que puede ser sujetado con total seguridad un equipo de protección individual y/o un equipo de trabajo, tras la instalación del dispositivo de anclaje.
- *Dispositivo de anclaje:* Todo elemento o serie de elementos que incorporan uno o varios puntos de anclaje, y se anclan o instalan sobre un soporte o substrato o a un anclaje estructural.
- *Anclaje estructural:* Elemento o elementos fijados permanentemente a una estructura que reúne todos los requisitos de seguridad, al cual o a los cuales es posible sujetar un dispositivo de anclaje o un equipo de protección individual
- *Anclaje mecánico:* Tipo de dispositivo de anclaje que se fija al soporte por la presión que ejerce el mecanismo de expansión sobre las paredes del orificio taladrado sobre el soporte, substrato o superficie.
- *Anclaje químico:* Tipo de dispositivo de anclaje que funciona mediante la adherencia de la resina inyectada en el agujero.
- *Peto o protección perimetral:* Estructura vertical de protección de borde frente a caídas de altura.
- *Conectores:* Son elementos de conexión, construidos como eslabones metálicos de acero, aluminio o aleaciones ligeras, dotados de un mecanismo de apertura rápida y cierre de seguridad.
- *Eslingas de anclaje:* Son elementos que sirven para conectar dispositivos de anclaje en las operaciones de instalación de los mismos, con objeto de adecuarlas a las características del tipo de trabajo a realizar (comúnmente pueden ser denominados como “cabos de anclaje”, “cintas de anclaje”, “anillos”, “cuerdas”, etc.). Generalmente textiles y cumpliendo con los requisitos establecidos bien para los “dispositivos de anclaje tipo B” según la UNE-EN 795, bien para los “equipos de amarre” según la UNE-EN 354.

BIBLIOGRAFÍA

Ver NTP 1.108 y 1.110.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.110

Seguridad en trabajos verticales (III): equipos del sistema de acceso mediante cuerdas

Safety in acrobatic work (III): Rope access system equipment
Sûreté des travaux acrobatiques (III): Équipement de système d'accès avec cordes

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Mª José Silva Segura
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSSBT

Esta NTP describe el equipo que forma parte del sistema de acceso con cuerda, y es la tercera de una serie de cuatro, con las que se actualizan las NTP 682, NTP 683 y NTP 684, debido a la aparición desde su publicación de mejoras técnicas en los equipos utilizados en los trabajos verticales.

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 objetivo de esta NTP es dar a conocer los principales elementos, componentes y dispositivos que forman parte del sistema de acceso con cuerda, así como sus características principales y funciones que desempeñan, además se incluyen aquellos equipos auxiliares que son utilizados para el desarrollo de los trabajos descritos en la NTP 1108. Además, se indica la normativa aplicable, marcado CE, así como las necesidades de mantenimiento, conservación e inspecciones periódicas de los equipos.

2. SISTEMA DE ACCESO CON CUERDAS. COMPONENTES

Los sistemas de protección individual contra caídas protegen al usuario previniendo o deteniendo las caídas libres. Todo sistema consta de varios componentes o equipos (EPI), incluyendo siempre un dispositivo de prensión del cuerpo que se conecta a un anclaje mediante un sistema de conexión. Las características de estos equipos dependerán del uso previsto del sistema. El tipo "**Sistema de acceso mediante cuerdas**" permite al usuario acceder o salir del lugar de trabajo, de forma que se previene o detiene una caída libre, mediante el uso de dos sub-sistemas asegurados por separado (línea de trabajo y línea de seguridad). En este sistema ambas líneas son estacionarias mientras el usuario se desplaza hacia arriba y hacia abajo. La conexión del usuario a ambas líneas se realiza a través del arnés. Estos sistemas pueden usarse para sujeción en la posición de trabajo una vez alcanzada.

En la figura 1 se puede observar un esquema en el que se puede apreciar un resumen de los equipos indicados para este sistema en el Real Decreto 2177/2004.

Como puede observarse en el esquema, el equipo básico está compuesto por una línea o cuerda de trabajo, línea o cuerda de seguridad con dos puntos de anclaje

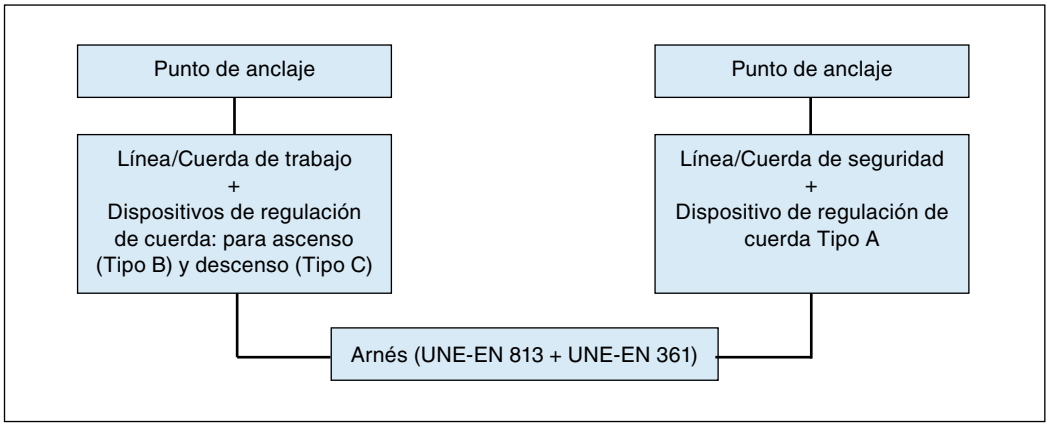


Figura 1. Esquema con el equipo básico del sistema de acceso con cuerda.

diferentes, un dispositivo de regulación de cuerda tipo A, un dispositivo de regulación de cuerda tipo B y C y un arnés. Para realizar las conexiones entre ellos será necesario utilizar otros equipos (conectores, equipos de amarre), así como para la realización del trabajo (silla o asiento de trabajo, cuerdas auxiliares, otros equipos de protección individual, etc.).

Líneas de trabajo y de seguridad (UNE-EN 1891)

La *línea o cuerda de trabajo* es la que se utiliza como medio de acceso, ascenso, descenso y sujeción. Mientras que la *línea o cuerda de seguridad* es la que se emplea como garantía de seguridad (a diferencia de la línea o cuerda de trabajo, la línea o cuerda de seguridad sólo se encontrará en tensión debido al peso del trabajador en caso de fallo del subsistema correspondiente a la de trabajo). Ambas líneas o cuerdas tienen las mismas características, pero deben tener una sujeción independiente. La conexión al usuario (de ambas cuerdas) debe realizarse siempre a través de los puntos de enganche adecuados del arnés. Tienen la consideración de Equipos de Protección Individual (EPI).

Las cuerdas que se suelen utilizar en estos trabajos son las cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas o de bajo coeficiente de alargamiento, certificadas según la norma armonizada UNE-EN 1891 como Tipo A, las cuales garantizan una resistencia estática de 22 kN (sin terminales preparados) o 15 kN (con terminales preparados).

Las partes fundamentales de una cuerda son (ver figura 2):

- Alma: Es la parte interior de la cuerda capaz de soportar 2/3 de la resistencia total de la misma. Suele ser de color blanco. La calidad depende en gran medida de la perfecta continuidad de los filamentos en toda la longitud de la cuerda, éstos se unen para formar hilos constituyendo cordones y éstos a su vez, forman el alma de la cuerda.
- Funda o camisa: Protege el alma de los agentes externos: abrasión, meteorológicos, químicos, etc., y es capaz de soportar entre el 1/3 y el 1/4 de la resistencia total de la cuerda.
- Fibra plana: Recorre toda la longitud de la cuerda por el centro del alma. Su función es el marcaje de la misma y sirve también en algunos modelos como limitador de elasticidad. Repetido cada metro como mínimo lleva el siguiente marcado: identificación del fabricante, norma EN, tipo de cuerda, año de fabricación y el nombre de los materiales o bien un color normalizado (según UNE-EN 701) que represente estos materiales.

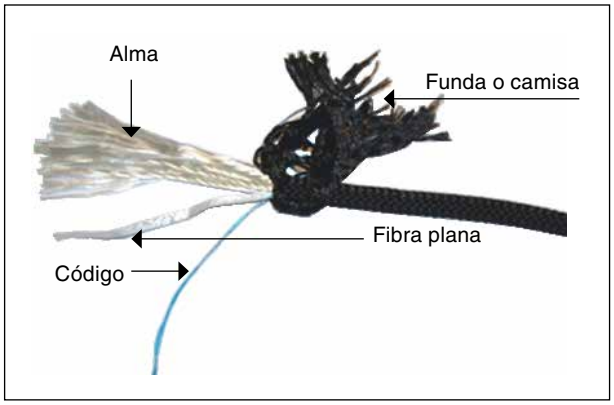


Figura 2. Partes de una cuerda semiestática tipo A.

En cada extremo la cuerda adicionalmente lleva un marcado externo que incluye la referencia a la norma EN, el tipo (A) y el diámetro de la misma.

Las cuerdas se fabrican con diámetros y longitudes estandarizadas, que dependen del uso al que estén destinadas. Por regla general, el diámetro más utilizado para cuerdas de tipo A destinadas a trabajos verticales es de 10 o 10,5 mm, sin embargo el tipo y diámetro a utilizar en cada caso será el establecido en por el fabricante del dispositivo de regulación de cuerda. En el caso de utilizar otro tipo de cuerda auxiliar o cordino, es recomendable que sean de color diferente o tengan un diámetro de 7 mm o claramente inferior al de la cuerda para evitar confusiones.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta1[1]:

- Antes de su utilización:
- Sólo deben ser utilizadas por personas entrenadas y competentes
- Se deben tener en cuenta las medidas a tomar en caso de que fuera necesario un salvamento
- Asegurar la compatibilidad con cualquier otro componente a utilizar
- Tener en cuenta posibles limitaciones o riesgos que pudieran afectar a su comportamiento (como temperatura, productos químicos, abrasión, anudamiento, degradación por UV, etc.)
- Prever punto de anclaje seguro por encima del usuario

Durante su utilización se debe evitar:

- Que la cuerda trabaje sobre bordes afilados, sin una adecuada protección.
- Pisarla y evitar aplastamientos.
- Que entre en contacto con sustancias químicas.
- Que la cuerda se ensucie innecesariamente.
- Trabajar con la cuerda cerca de fuentes de calor o herramientas de corte sin una adecuada protección.

Después de su utilización:

- En el caso que la cuerda esté sucia, se procederá a su limpieza siguiendo las instrucciones del fabricante. Habitualmente estas suelen indicar limpieza en agua dulce o utilizando un detergente neutro, sin utilizar medios mecánicos.
- Se deberá secar siempre a la sombra, en un lugar fresco y sin aplicar ningún tipo de fuente de calor.
- Comprobar su perfecto estado, examinando toda la longitud de la cuerda.
- Durante su almacenamiento, la cuerda no deberá tener ningún nudo.
- Guardarla en lugar fresco, seco y oscuro.
- Nunca guardar una cuerda húmeda.

Dispositivo de regulación de cuerda Tipo "A" (UNE-EN 12841)

El dispositivo de regulación de cuerda Tipo A (en adelante "dispositivo de seguridad") es un componente móvil para la **cuerda de seguridad**, que acompaña al trabajador en los cambios de posición y/o permite la regulación de la cuerda de seguridad, posee un bloqueo automático en caso de caída. Debe ser compatible con el tipo de cuerda

1. *Se seguirán las instrucciones de uso proporcionadas por el fabricante de cada equipo.*

Figura 3. Ejemplos de dispositivos de regulación de cuerda tipo A

y con el diámetro de la misma siguiendo las instrucciones del fabricante. Tiene la consideración de EPI.

La norma que regula los dispositivos de regulación de cuerda es la UNE-EN 12841 Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda. Ver figura 3.

Existe la posibilidad de utilizar un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible según la norma UNE-EN 353-2 (el dispositivo más línea de anclaje tiene que estar certificado en su conjunto), en vez del dispositivo de seguridad y la cuerda, siempre que todos los equipos que forman parte del sistema sean compatibles entre sí. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que tanto las prestaciones como las limitaciones de este conjunto difieren de las ofrecidas por el dispositivo de seguridad anteriormente expuesto, (ver NTP 774 para ampliar información sobre dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible). Existen numerosos dispositivos certificados en base a ambas normas, UNE-EN 12841 Tipo A y UNE-EN 353-2, pero las instrucciones de uso deben contemplar las condiciones de uso y limitaciones correspondientes en cada caso. Ambos dispositivos, se suelen conocer de forma abreviada como “anticaídas”.

La conexión del dispositivo Tipo A al arnés se hará siguiendo las pautas y elementos de conexión que establezca el fabricante. No se deben utilizar elementos de amarre o conexiones no permitidas específicamente por este, ya que podrían impedir el correcto funcionamiento del equipo, pudiendo por ejemplo en caso de caída aumentar la distancia de parada prevista para el dispositivo o afectar a la fuerza transmitida.

La utilización de un absorbedor de energía conectado al dispositivo de regulación de cuerda Tipo A dependerá de lo que establezca al respecto el fabricante del equipo. Ver figuras 4 y 5.

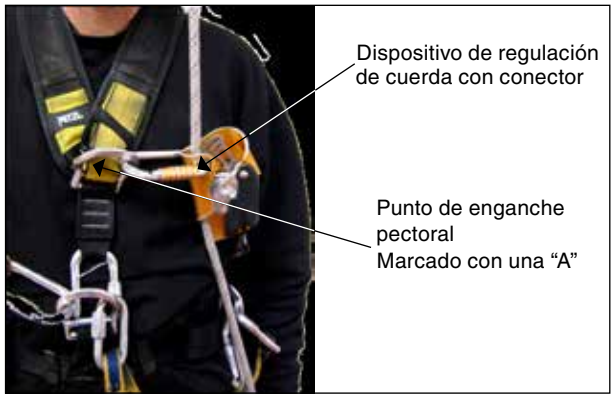


Figura 4. Conexión del dispositivo de regulación de cuerda con el arnés mediante un conector.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta[1]:

- Verificar que es compatible con el diámetro y tipo de cuerda sobre la que se vaya a utilizar, según las instrucciones del fabricante.
- Leer y comprender la información sobre cómo instalar el dispositivo en la cuerda y, una vez colocado sobre la cuerda y antes de su utilización, se comprobará su correcto funcionamiento.
- Tener en cuenta que el dispositivo Tipo A es el primer dispositivo que se coloca en la cuerda y el último que se retira.
- Respetar las instrucciones del fabricante, sobre todo en lo referente a la distancia de parada, a la altura libre de seguridad por debajo del trabajador y a la necesidad o no de disponer de un absorbedor de energía.
- Para que el dispositivo Tipo A se desplace correctamente por la cuerda, ésta debe estar lastrada con un pequeño contrapeso, de manera que tenga una tensión adecuada.
- Tener en cuenta las características del punto de anclaje.
- Verificar la compatibilidad de los equipos utilizados (incluyendo la longitud) (arnés, conectores, equipos de amarre, etc.). Se debe tener en cuenta las indicaciones del fabricante sobre el tipo y especificaciones (incluyendo longitud) de los conectores y/o elementos de amarre a utilizar para enganchar el dispositivo de regulación de cuerda al arnés del usuario, así como la/s advertencia/s sobre cualquier limitación, por ejemplo, que el usuario no debe desviarse de estas especificaciones y longitudes”
- Evitar cualquier sobrecarga o carga dinámica sobre el dispositivo de regulación de cuerda.
- Tener en cuenta en la selección del dispositivo las características de la “funda” protectora de la cuerda (materiales con los que está construida, tratamientos al que haya sido sometida su superficie, etc.), así como las condiciones que pueden influir en el estado y conservación de la misma.

Dispositivo de regulación de cuerda Tipo B de ascenso (UNE-EN 12841)

El dispositivo de regulación de cuerda Tipo B, también denominado dispositivo de ascenso, es un componente móvil para la **cuerda de trabajo** accionado manualmente, que se bloquea bajo la acción de una carga en un sentido y se desliza libremente en el sentido opuesto. Es un dispositivo para la progresión en ascenso que se caracteriza

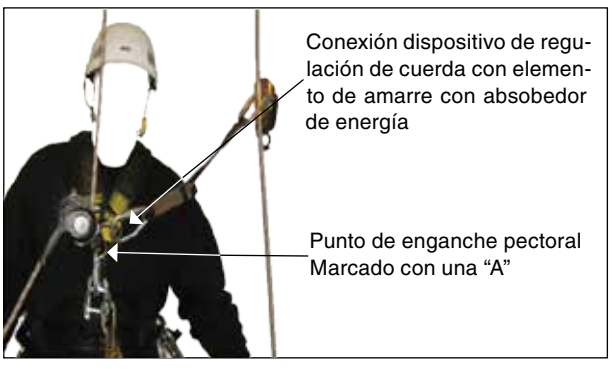


Figura 5. Conexión del dispositivo de regulación de cuerda con el arnés mediante un elemento de amarre con absorbedor de energía.

por su desplazamiento sobre la cuerda en un solo sentido, bloqueándose por la presión de una leva móvil sobre la cuerda si se ejerce una carga en el sentido contrario; en este caso sujeta la cuerda. Por lo tanto, permiten el deslizamiento controlado en un solo sentido siempre y cuando no se ejerza carga sobre ellos. En el caso de que el usuario suelte el dispositivo, éste se bloquea por sí mismo, evitando así una caída. Debe ser compatible con el tipo de cuerda y con el diámetro de la misma siguiendo las instrucciones del fabricante. Tiene la consideración de EPI. Ver figura 6.

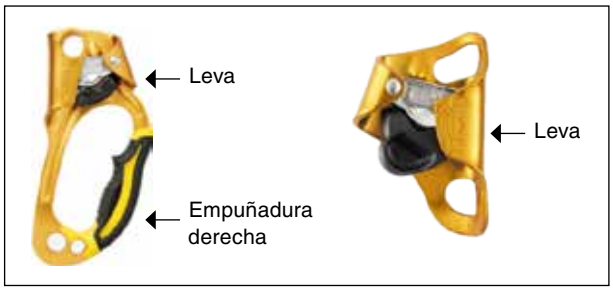


Figura 6. Ejemplos de dispositivos de regulación de cuerda Tipo B: puño y ventral.

Dependiendo de la forma, colocación y uso se pueden encontrar, a su vez, dos tipos de dispositivos de ascenso: con mango y sin mango (se pueden encontrar denominados como "puño" y "ventral" respectivamente). Para facilitar los movimientos y comodidad del trabajador durante las maniobras de ascenso, puede ser necesaria la utilización de elementos auxiliares como estribos o pedales.

- Puño: Durante el ascenso por una cuerda, se utiliza combinado con un estribo para introducir el pie y ayudarnos en el ascenso.
- Ventral: Se coloca en el arnés en el enganche ventral y sujeto a la altura del pecho para facilitar la acción de sentarse sobre el arnés de seguridad

Existen unos dispositivos similares a los dispositivos Tipo B aunque con distintos requisitos de prestación y son los bloqueadores, según la norma UNE-EN 567, para alpinismo y escalada. Hasta la aparición de la norma UNE-EN 12841, se utilizaban en el ámbito laboral. En la práctica, numerosos equipos que encontramos en el mercado cumplen ambas normas y es frecuente utilizar la denominación de "bloqueador" para referirse a ambos.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta[1], además de las expuestas para los dispositivos de regulación de cuerda Tipo A:

- Siempre debe usarse conjuntamente con un dispositivo de regulación de cuerda Tipo A y cuerda de seguridad.

Dispositivo de regulación de cuerda Tipo C de descenso (UNE-EN 12841)

El dispositivo de regulación de cuerda Tipo C, también denominado dispositivo de descenso, es un dispositivo de regulación por rozamiento para la **cuerda de trabajo** accionado manualmente, que permite al usuario conseguir un movimiento de descenso controlado y una parada, sin manos, en cualquier punto de dicha cuerda. Permiten por tanto, descender de forma controlada por la cuerda de trabajo. El descenso se produce al accionar una palanca que libera parcialmente la presión sobre la cuerda, El bloqueo automático permite además que se

Figura 7. Ejemplos de Dispositivos de regulación de cuerda Tipo "C" de descenso.

Figura 8. Ejemplo de sistema antipánico.

detenga por sí mismo en caso de que el usuario libere la presión al soltar la palanca involuntariamente. Debe ser compatible con el tipo de cuerda y con el diámetro de la misma siguiendo las instrucciones del fabricante. Tiene la consideración de EPI. Ver figura 7.

Se pueden encontrar dispositivos de descenso que adicionalmente incluyan un "sistema antipánico", mecanismo que consiste en bloquear y detener el descenso en caso de que se ejerza demasiada fuerza sobre la palanca de descenso. Ver figura 8.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta, además de las expuestas para los dispositivos de regulación de cuerda Tipo A y B:

- Tener en cuenta parámetros para el funcionamiento seguro continuado del dispositivo o el número máximo de descenso bajo condiciones determinadas.

Arnés de seguridad

En los trabajos que conllevan la utilización de técnicas de acceso y posicionamiento de cuerdas se usa un arnés de seguridad que es una combinación del arnés anticaídas (UNE-EN 361) y arnés de asiento (UNE-EN 813). Tienen la consideración de EPI.

El arnés anticaídas es un dispositivo de prensión del cuerpo destinado a parar las caídas, debiendo sujetar al trabajador durante una caída y después de la parada de esta (ver NTP 774), para lo que dispone de los correspondientes puntos de enganche anticaídas pectoral y/o dorsal. El arnés de asiento facilita la posición sentada para la realización del trabajo en suspensión y dispone al menos de un enganche ventral.

El arnés se conecta con la línea o cuerda de seguridad a través de los puntos de enganche anticaídas, y con la línea o cuerda de trabajo a través del punto de enganche ventral. El arnés puede complementarse con elementos de enganche de sujeción según la norma UNE-EN 358, que facilitan el desarrollo de los trabajos. Ver figura 9.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta:

- Ajustar perfectamente al cuerpo antes de su uso y verificar que es de una talla adecuada.
- Verificar antes de cada uso el perfecto estado de costuras y puntos de enganche.
- Asegurar la compatibilidad de cualquiera de los componentes a usar junto con el arnés y tener en cuenta las orientaciones específicas proporcionadas junto con el subsistema de conexión (por ejemplo, dispositivos de regulación de cuerda).

- Asegurar que el arnés se encuentra dentro de la vida útil indicada por el fabricante.

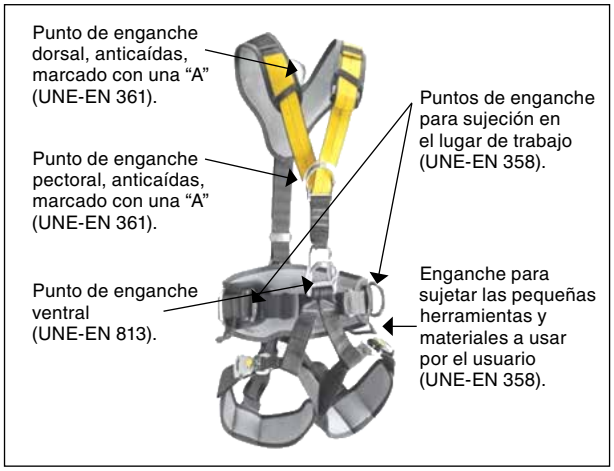


Figura 9. Arnés de seguridad para trabajos verticales. Detalles de los puntos de enganche.

Conectores (UNE-EN 362)

Son elementos de conexión metálicos que disponen de un mecanismo de apertura y cierre automático o de rosca. Tienen por objetivo conectar los equipos y componentes que conforman el sistema de acceso con cuerdas. Un cierre automático es capaz de volver por sí mismo a la posición de conector cerrado cuando el usuario lo libera desde cualquier posición de apertura. Por el contrario, un cierre de rosca requiere la acción manual del usuario para desplazar la tuerca a su posición de conector cerrado (en esta posición las roscas no son visibles). No se debe confundir el tipo de cierre con el tipo de bloqueo del cierre. Tienen la consideración de EPI.

Los conectores de cierre automático disponen de un mecanismo para el bloqueo del cierre que puede actuar automáticamente o mediante la acción manual del usuario. Para realizar una conexión segura es imprescindible que una vez cerrado el conector se proceda a su bloqueo. Para abrir los conectores de cierre automático el usuario debe efectuar dos acciones manuales deliberadas y diferentes, como mínimo. Los conectores de rosca están indicados para conexiones de larga duración. Ver figura 10.

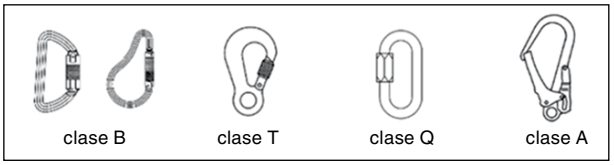


Figura 10. Ejemplos de conectores según clase.

Según la norma UNE-EN 362 los conectores se clasifican en:

- Básico (clase B): de cierre automático. Son los más habituales. Se pueden encontrar de varias formas y se elegirá en función del uso que se le vaya a dar. Por ejemplo: ovalado/simétrico (adecuado para el equilibrio de la carga), en D (buen reparto de los esfuerzos y limita los movimientos de rotación,), asimétrico (mejora el agarre y abertura) etc.
- De terminación (clase T): de cierre automático, diseñado de forma que la carga se ejerce en una dirección predeterminada. Se utilizan como terminaciones de muchos componentes.
- De rosca (clase Q): de cierre de rosca, el cual una vez roscado soporta parte de la carga. Sólo se deben utilizar en conexiones permanentes o de larga duración. Son los llamados popularmente "maillones".
- De anclaje (clase A): de cierre automático y diseñado para engancharlo directamente a un tipo específico de anclaje (por ej. cáncamos, viga).
- Multiuso (clase M): de rosca o básico que puede cargarse sobre eje mayor o menor. La resistencia del eje menor llega como mínimo a 15 kN, mientras que el requisito para el básico sólo alcanza 7 kN.

En todos los casos la resistencia mínima exigida en el eje mayor estando cerrados y bloqueados es de 20 kN salvo para el de rosca de 25 kN. Si el conector ha sido ensayado y certificado para una resistencia mayor esta irá marcada en el conector.

Salvo excepciones, un conector está diseñado para ser utilizado según el eje mayor, es decir para soportar la carga en el sentido longitudinal del eje principal con el gatillo cerrado y bloqueado. Es necesario destacar que el casquillo de bloqueo es el elemento menos resistente del conector, por lo que se tendrá este hecho en cuenta durante su uso. Ver figura 11.

Figura 11. Ejemplos de utilización incorrecta de conectores.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta:

- Comprobar en todo momento el correcto estado del cierre de seguridad.
- Comprobar que las partes móviles actúan correctamente (gatillo, cierre).
- Comprobar en todo momento su correcta colocación en relación a las cargas en el eje longitudinal.
- Comprobar la compatibilidad del conector con respecto a los equipos o componentes con los que se vaya a utilizar.

Equipo de amarre (UNE-EN 354)

Es un componente o elemento de conexión flexible de un sistema de protección individual contra caídas con al menos dos terminales, con o sin dispositivo regulador de longitud. Tiene la consideración de EPI (ver NTP 774). Los equipos de amarre deben terminar bien de forma que se puedan conectar directamente a otro equipo o bien mediante un conector adecuado. La resistencia mínima exigida para un equipo de amarre textil es de 22 kN. Ver figura 12.

Figura 12. Ejemplo de equipo de amarre.

En la línea de trabajo, el equipo de amarre más utilizado por su comodidad a la hora de realizar los trabajos es el que tiene forma de "Y" o "doble amarre" fabricado en material o elementos textiles (bandas o cuerdas).

La norma UNE-EN 12841, dispositivos de regulación de cuerda, establece que el fabricante debe informar sobre el tipo y especificaciones (incluyendo longitud) de los conectores y/o elementos de amarre a utilizar para enganchar el dispositivo de regulación de cuerda al arnés del usuario. La viabilidad de utilizar un equipo de amarre entre el dispositivo de regulación de cuerda y el arnés, así como su longitud. Si se utilizase un dispositivo anticaídas deslizante UNE-EN 353-2, el equipo de amarre debe ser solidario con dicho dispositivo y tener una longitud máxima de 1 m.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta:

- Comprobar el correcto estado del equipo antes de su uso.
- Comprobar que la longitud es la adecuada para el trabajo que se vaya a realizar, tener presente las indicaciones de los fabricantes del equipo de amarre y de otros equipos como dispositivos de regulación de cuerda, etc.
- Tener en cuenta las precauciones necesarias cuando se trabaje cerca de bordes.
- Comprobar la compatibilidad del conector con respecto a los equipos o componentes con los que se vaya a utilizar.
- Revisar la información suministrada por el fabricante sobre si el equipo de amarre puede utilizarse amarrado estrangulado y los montajes y o combinaciones no permitidos.

Casco de seguridad

Figura 13. Ejemplo de casco de seguridad.

No existe una norma específica de casco para trabajos con sistema de acceso con cuerdas. En general, se utiliza el casco de seguridad (industrial) de acuerdo con la norma (UNE-EN 397) sin visera, compuesto de casquete de fibra sintética y arnés (constituido por elementos que permiten mantener el casco en posición correcta y absorber la fuerza de choque generada por el impacto sobre la cabeza). Sobre el casquete o en el arnés debe incorporarse un barboquejo o banda que se acopla bajo la barbilla para ayudar a sujetar al casco y evitar su caída. Tiene la consideración de EPI. Ver figura 13.

En ocasiones, también se utilizan cascos conforme a la norma UNE-EN 12492 específicos para actividades de montañismo o uno que combine ambas normas, sin embargo habrá que tener en cuenta los riesgos de las actividades a realizar, por ejemplo si hubiera riesgo de contacto eléctrico o fuera necesaria la protección frente a metales fundidos habría que seleccionar el casco adecuado prestaciones específicas.

La UNE-EN 397 establece que el fabricante debe cumplir con dos tipos de exigencias:

- *Obligatorias*: Absorción del impacto, resistencia a la perforación y resistencia a la llama. Además, los puntos de anclaje del barboquejo deben garantizar una rotura o fallo a partir de una fuerza de tracción equivalente a los 15 Kg, con el fin de evitar daños en la mandíbula o cuello si quedamos enganchados del barboquejo. En ciertas ocasiones puede primar que el casco no se desprenda y por tanto es necesario que cumpla con la norma UNE-EN 12492.
- *Opcionales*: Resistencia al impacto a temperaturas extremas (-20° o -30° y +150°), aislamiento eléctrico, deformación lateral y resistencia a salpicaduras de metal fundido. Estos cascos deben llevar información indeleble indicando la conformidad con las exigencias opcionales.

Instrucciones de uso más significativas a tener en cuenta:

- El casco resulta completamente imprescindible durante la realización de los trabajos en suspensión tanto para evitar las consecuencias de la posible caída de objetos, como para minimizar las consecuencias de golpes laterales contra objetos inmóviles durante el desplazamiento por las cuerdas (bordes de terrazas, tendederos, antenas, etc.), o en movimientos pendulares voluntarios o accidentales.
- La utilización del barboquejo también resulta imprescindible cuando se trabaje en altura, aunque se tenga el casco perfectamente regulado y ajustado. Un pequeño golpe o apoyo contra el edificio puede hacer que el casco se salga de la cabeza y caiga al vacío, en este momento se está desprotegido y además se habrá generado el peligro de una caída de objeto.
- Así mismo, se deberá utilizar el casco durante la realización de cualquier tarea en la que, aunque no exija la suspensión sobre las cuerdas, haya riesgos de golpes en la cabeza, ya sean por caídas de objetos o caídas al mismo o distinto nivel.

Equipos y elementos auxiliares

Silla o asiento de trabajo

Se trata de un asiento que permite al trabajador vertical estar suspendido de la cuerda, pero liberando presión de las cintas del arnés, evitando de este modo el "trauma por suspensión o síndrome del arnés". La utilización de este elemento es absolutamente imprescindible en la realización de trabajos verticales si se prevé estar suspendido más de 30 minutos (NTP 789). Es un equipo auxiliar, no es un EPI. Ver figura 14.

Figura 14. Tipos de asientos de silla.

Instrucciones de uso (se seguirán siempre las instrucciones de uso proporcionadas por cada fabricante en caso de que el asiento sea manufacturado), entre otras (NTP 789):

- La silla artesanal debe ir anclada a través de un conector a nuestro dispositivo de descenso, una vez que éste se encuentra conectado a nuestro arnés.
- Verificar el correcto estado de costuras y nudos de las cintas textiles.
- Revisar que posea una forma anatómica que respete las medidas antropométricas de las personas que lo utilicen.
- Revisar antes y después del trabajo el estado del asiento de trabajo.
- Asegurar que la conexión del asiento a la cuerda de trabajo permita la regulación del resto de accesorios del asiento de la forma más cómoda posible.
- Las herramientas deberán colocarse de forma simétrica, de tal forma que se distribuya su peso. Deberán ser lo más ligeras posible y adaptadas al usuario.
- Evitar posturas forzadas.

Protectores de cuerda

Son unos elementos de protección de las cuerdas consistentes en una funda de plástico resistente que abraza o rodea la cuerda completamente, evitando su contacto directo con la zona peligrosa. Para facilitar su instalación en el punto preciso, disponen de un cierre longitudinal tipo velcro, que permite abrir el protector en toda su longitud e instalarlo en cualquier punto de la cuerda. También existen otros sistemas apropiados más básicos, como mangueras, estructuras metálicas encadenadas, etc. Son elementos auxiliares, no tienen la consideración de EPI. Ver figura 15.

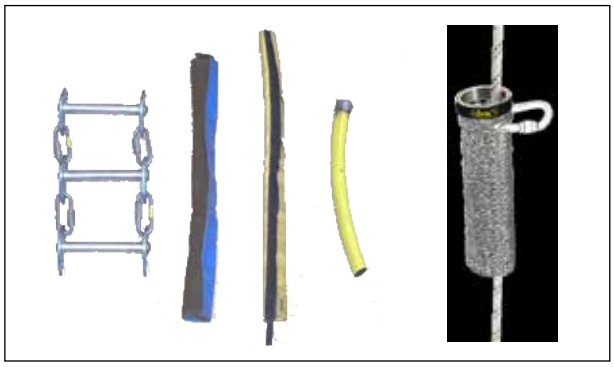


Figura 15. Protectores de cuerda.

Cuerda auxiliar

Es una cuerda utilizada para las labores de aprovisionamiento de materiales o herramientas. Son elementos auxiliares, no tienen la consideración de EPI.

Estas cuerdas deben tener una adecuada resistencia estática, no siendo imprescindible la capacidad de absorción de energía, pues en un manejo de carga realizado correctamente no hay posibilidad de que la carga genere una caída que deba parar la cuerda.

Es recomendable utilizar una cuerda e identificarla específicamente para el manejo de materiales, de características y aspecto diferente (por ejemplo, colores y diámetros más pequeños) a las utilizadas como cuerda de seguridad o trabajo.

Estribo o pedal

Es un elemento auxiliar de cinta o cuerda textil regulable, con un bucle a modo de estribo para introducir el pie. Su uso combinado con el dispositivo ascenso con mango (puño) facilita el ascenso por la cuerda de trabajo, al poder elevar el cuerpo cargando el peso en las piernas, en vez de necesitar la fuerza de los brazos. No tienen la consideración de EPI.

Otros Equipos de Protección Individual

Durante la realización de trabajos verticales, en función de la evaluación de riesgos se pueden utilizar, entre otros, los siguientes equipos de protección individual:

- Guantes de protección mecánica (UNE-EN 388).
- Calzado de seguridad (UNE-EN ISO 20345).
- Gafas de protección frente a impactos (UNE-EN 166).

3. NORMATIVA Y MARCADO CE

Normativa

Para garantizar la seguridad de los trabajadores durante el empleo de los equipos (componentes y elementos) utilizados en las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas (trabajos verticales) es esencial que los referidos equipos sean seguros.

Según lo dispuesto en el Real Decreto 1801/2003, sobre seguridad general de los productos, **se considera que los componentes y elementos que se comercializan son seguros cuando cumplen las disposiciones normativas de obligado cumplimiento y las normas técnicas que les sean de aplicación.**

Respecto a la normativa vigente, los trabajos verticales están regulados por el **Real Decreto 1215/1997**, modificado por el **Real Decreto 2177/2004**, sobre la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo para ejecutar trabajos temporales en altura.

Conforme a lo establecido tanto en el **Real Decreto 773/1997,** sobre utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (EPI), como en el **Real Decreto 1407/1992,** sobre comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPI), **todos los componentes y elementos que conforman el sistema empleado en los trabajos verticales, excepto el asiento de trabajo, los protectores de cuerda y los dispositivos de anclaje de tipo A, C y D, son considerados EPI** y, por lo tanto, les es de aplicación lo indicado en ambos reales decretos. Es necesario indicar que con fecha 31 de marzo de 2016 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea el nuevo ***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, a partir del 21 de abril de 2018 (para ampliar información ver la Guía sobre la transición de los EPI de la Directiva 89/686/CEE (Real Decreto 1407/1992) al Reglamento (UE) 2016/425).*

Según lo estipulado en el artículo 7 del referido Real Decreto 1407/1992, relativo a la clasificación de los EPI en categorías, al estar dichos componentes y elementos destinados a proteger contra las caídas desde determinada altura, son equipos de protección individual (EPI) pertenecientes a la **categoría III** y, por lo tanto, están obligados a superar el Examen CE de tipo (con la aplicación del nuevo Reglamento se denomina Examen UE

de tipo). Estos equipos además, deben someterse anualmente a un Control de los EPI fabricados (artículo 9 del RD 1407/1992) por parte de un organismo, notificado para ello.

Además de la citada normativa reglamentaria, se debe tener en cuenta lo señalado en las normas UNE-EN referidas a los equipos de protección individual (EPI) contra caídas de altura. En general estas normas técnicas armonizadas, son usadas en los procedimientos de evaluación de la conformidad de los EPI y los certificados se basan en ellas. Son las que establecen los requisitos y métodos de ensayo de cuya aplicación se obtendrán las propiedades o prestaciones de protección que ofrece el equipo en cuestión.

Las normas técnicas armonizadas para los equipos utilizados en los sistemas de acceso con cuerda se han ido referenciando en cada apartado según haya correspondido.

Marcado "CE", declaración de conformidad CE y folleto informativo

Todos los componentes y elementos que conforman el sistema empleado en los trabajos verticales, deben disponer de marcado CE, declaración de conformidad CE y folleto informativo, tras haberse sometido al correspondiente procedimiento de evaluación de la conformidad (ver Apéndice 2 de la Guía Técnica de EPI). Se exceptúan de dicha obligación el asiento de trabajo, los protectores de cuerda y los dispositivos de anclaje de Tipo A, C y D. Ver Figura 16.

Figura 16. EPI: Marcado, norma técnica y organismo de control.

- El **marcado CE de conformidad**. Este marcado indica la conformidad del producto con la legislación aplicable. Es el resultado visible de todo un proceso que comprende la evaluación de la conformidad en sentido amplio. En el caso de EPI de categoría III irá acompañado de un nº de cuatro dígitos que identifica el Organismo Notificado que lleva a cabo el Control de los EPI fabricados.
  Adicionalmente el equipo dispondrá de un marcado en función de las normas técnicas aplicadas. En las *Fichas de selección y uso de equipos* elaboradas por el INSSBT (ver Portal EPI) se puede ampliar información al respecto del contenido del marcado en cada equipo. En el caso de las normas de EPI contra caídas este marcado incluye:
  - Identificación del fabricante, suministrador o marca comercial.
  - Modelo y tipo.
  - Identificación individualizada del equipo: Número del lote o de la serie.
  - Número y año de la norma técnica respecto a la que el equipo es conforme.
  - Pictograma indicando que es necesario leer las instrucciones de uso.
  - Marcado específico según la norma técnica. Por ejemplo:
    - Cuerda semiestática: la letra del tipo y diámetro en mm (ejemplo: A11,0); marcado interno.
    - Dispositivo de regulación de cuerda: una letra indicando de qué tipo de dispositivo se trata (A, B, C, A/B, A/C o B/C); diámetros máximo y mínimo de las líneas de anclaje a utilizar; carga nominal máxima; pictograma indicando el tipo de líneas de anclaje para las que el dispositivo es adecuado, (UNE-EN 1891: tipo A; otros tipos); indicación de la orientación correcta en uso normal.
    - Arnés anticaídas: Una letra "A" en cada enganche anticaídas.
    - Arnés de asiento: talla; método correcto de cierre o ajuste de cualquier elemento (por ejemplo, pictogramas); carga nominal máxima.
    - Conector: la letra de la clase, resistencia mínima declarada por el fabricante relativa al eje mayor (si aplica).
    - Equipo de amarre: longitud del equipo.
- La **Declaración de Conformidad**, mediante la cual el fabricante declara que su producto cumple con los requisitos aplicables y asume plena responsabilidad al respecto.
- El **folleto informativo** suministrado por el fabricante con el EPI es fundamental para conocer de qué equipo se trata, para qué se ha diseñado/fabricado, qué propiedades de protección ofrece, cómo debe usarse, sus limitaciones, cómo debe cuidarse y mantenerse así como cualquier otra advertencia o recomendación importante para garantizar la adecuada protección y el uso seguro. Para EPI comercializados en España, el folleto estará redactado, al menos, en castellano.

4. MANTENIMIENTO Y REVISONES PERIÓDICAS DE LOS EQUIPOS

Mantenimiento

Para llevar a cabo un buen mantenimiento se tendrá en cuenta a nivel general su limpieza y desinfección (si procede), la inspección periódica, condiciones de almacenamiento, reparación o sustitución de piezas de repuesto (si fuera el caso) y su eliminación o sustitución cuando no se encuentre el equipo en buenas condiciones de uso. Se tendrán en cuenta las instrucciones del fabricante al respecto para cada equipo, a nivel general se indican a continuación algunas indicaciones dependiendo del material del equipo:

Productos textiles

- Evitar el rozamiento con materiales abrasivos y con partes cortantes.
- Evitar el contacto con reactivos químicos y otros corrosivos.
- Cualquier producto textil sucio debe ser lavado con agua fría y a mano. Se debe utilizar un detergente neutro o en todo caso similar al que se emplea para la ropa delicada.
- Después del lavado se secará en un lugar sombreado, aireado y fresco. Nunca guardar un producto textil húmedo, pues en poco tiempo se pudrirá y será necesario desecharlo.
- Después de su utilización debe ser guardado y almacenado en un lugar seco, limpio, protegido de los rayos ultravioletas y del polvo.
- Evitar largas exposiciones innecesarias de los equipos textiles a la intemperie o especialmente a los efectos del sol. Los rayos ultravioletas degradan las fibras de poliamida haciendo que pierdan su capacidad de resistencia y elasticidad.

La vida útil de estos productos la establece el fabricante y viene determinada desde la fecha de fabricación hasta

el tiempo máximo de utilización. En ocasiones es posible encontrarse con que la fecha máxima de utilización se establece desde la fecha de su puesta en uso y no desde la fecha de fabricación. En estos casos, el fabricante deberá aportar información en el folleto informativo sobre el tiempo máximo de almacenamiento.

Productos metálicos

- Evitar los golpes sobre los aparatos metálicos. Un impacto fuerte puede producir micro fracturas internas, no visibles a simple vista, que podrían originar la fractura total al ser sometidos a carga o esfuerzo.
- Resultar difícil determinar cuándo un impacto ha podido resultar excesivo, por ello, a la menor duda, se debe desechar cualquier material que haya sufrido un golpe importante.
- Después de su utilización debe ser guardado y almacenado en un lugar seco y limpio, protegido de los rayos ultravioletas y del polvo.
- Alejar los dispositivos y materiales metálicos de ambientes húmedos.
- Si durante su utilización los materiales se mojan, secarlos en ambiente seco.
- Lubricar cierres y mecanismos, cuando éstos no funcionen correctamente. Limpiar cuidadosamente el exceso de lubricante.

Al igual que para los productos textiles, una vez que el equipo empieza a utilizarse, la caducidad del mismo estará en función del uso, por ejemplo: un conector con muy poco uso puede estar en perfectas condiciones de uso pasados 10 años desde su fecha de fabricación (revisar siempre información al respecto por parte del fabricante) pero un dispositivo de descenso de uso diario puede que sea necesario sustituirlo al cabo de uno o dos años, por el desgaste continuo que provoca el rozamiento de las cuerdas.

Revisiones periódicas

El fabricante debe indicar cada cuánto tiempo se deben hacer las revisiones periódicas (como mínimo cada 12 meses según la norma UNE-EN 365 y de forma obligatoria). Estas revisiones deben ser realizadas por personal competente de conformidad con las instrucciones del fabricante y por indicación expresa de éste.

Algunas consideraciones a tener en cuenta en estas revisiones periódicas deberían comprender:

Productos textiles

- Verificar regularmente las costuras, prestando atención a la continuidad de todos los hilos.
- Verificar los medios de regulación del arnés anticaídas antes de su uso, comprobando que funcionan correctamente y que los elementos metálicos se encuentran en buen estado.
- Verificar la continuidad de todas las fibras de cuerdas y cintas, comprobar la ausencia de cortes, aplastamientos o quemaduras.
- Después de soportar una caída de factor 1 o superior, es necesario revisar concienzudamente los materiales textiles implicados, no dudando en sustituir a la menor sospecha de daño.

Productos metálicos

- Comprobar la ausencia de cortes o deformaciones.
- Verificar el correcto funcionamiento de las partes móviles y de los cierres.

Después de soportar una caída de factor 1 o superior, es necesario revisar detenidamente los materiales metálicos implicados, no dudando en sustituir a la menor sospecha de daño o deterioro.

Además, antes de cada uso el trabajador debe revisar el equipo (a lo largo de la NTP se han ido dando indicaciones en este sentido).

Para poder registrar convenientemente todos los datos y asegurar la trazabilidad durante la vida útil de cada equipo, es aconsejable utilizar una ficha de control específica para cada uno de ellos, en la que se incluya, al menos, la siguiente información:

- Producto, modelo, tipo y marca comercial.
- Datos de contacto del fabricante o distribuidor.
- Medios de identificación (nº serie, lote etc.).
- Año de fabricación y fecha de caducidad.
- Fecha de compra.
- Fecha de la primera puesta en servicio.
- Histórico de revisiones periódicas.
- Fecha de la próxima revisión periódica.
- Condiciones de uso.

Cada empresa podrá incluir tantos campos como se estime oportuno para mejorar el proceso de seguimiento como puede ser el nombre de usuario, código de identificación interno, etc. (Ver modelos orientativos en *Fichas de selección y uso de equipos* y Apéndice 3 de la Guía Técnica de EPI elaboradas por el INSSBT).

BIBLIOGRAFÍA

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.

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.

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Guía técnica para la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual. (INSSBT).

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. (INSSBT).

UNE-EN 353-2:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible. AENOR.

UNE-EN 354:2011 Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre. AENOR.

UNE-EN 355:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía. AENOR.

UNE-EN 358:2000 Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componentes de amarre de sujeción. AENOR.

UNE-EN 361:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas. AENOR.

UNE- EN 362:2005 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores. AENOR.

UNE-EN 363:2009 Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas. AENOR.

UNE-EN 364:1993+UNE-EN 364/AC:1994 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Métodos de ensayo. AENOR.

UNE-EN 365:2005+UNE-EN 365:2005 ERRATUM:2006 Equipos de Protección individual contra caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje. AENOR.

UNE-EN 813:2009 Equipos de protección individual contra caídas. Arneses de asiento. AENOR.

EN 795:2012 Protección contra las caídas de altura. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos. Nota: Ratificada por AENOR en octubre de 2012. AENOR.

Advertencia: La presente publicación no se refiere a los equipos descritos en:

- tipo A (dispositivos de anclaje con uno o varios puntos de anclaje estacionarios y que necesitan que los anclajes estructurales o elementos de fijación se fijen a la estructura) a que se hace referencia en los apartados 3.2.1, 4.4.1 y 5.3;
- tipo C (dispositivos de anclaje equipados con líneas de anclaje flexibles horizontales) a que se hace referencia en los apartados 3.2.3, 4.4.3 y 5.5;
- tipo D (dispositivos de anclaje equipados con líneas de anclaje rígidas horizontales) a que se hace referencia en los apartados 3.2.4, 4.4.4 y 5.6;
- cualquier combinación de los anteriores.

  En lo que se refiere a los tipos A, C y D, esta publicación no afecta a los apartados: 4.5, 5.2.2, 6 y 7; ni a los anexos A y ZA.

  En consecuencia, en relación con los equipos arriba mencionados, no existirá presunción de conformidad con las disposiciones de la Directiva 89/686/CEE, ya que no se consideran EPI.

UNE-EN 149:2001+A1:2010. Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado. AENOR.

UNE-EN 166:2002. Protección individual de los ojos. Especificaciones. AENOR.

UNE-EN ISO 20345:2012. Equipo de protección individual. Calzado de seguridad. AENOR.

UNE-EN 388:2004. Guantes de protección contra riesgos mecánicos. AENOR.

Entidad Colaboradora

ANETVA (Asociación Nacional de Empresas de Trabajos Verticales)

C/. Tineo 2 1ª Of. 29. 28031. Madrid.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.111

Seguridad en trabajos verticales (IV): técnicas de progresión

Safety in rope access (IV): progression techniques
Sûreté des travaux sur cordes (IV): techniques de progression

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

En esta NTP se describen las técnicas de progresión y otras maniobras tales como el cambio de cuerda y el paso de fraccionamientos y cierra la serie con la que se actualizan las NTP 682, NTP 683 y NTP 684.

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. TÉCNICAS DE PROGRESIÓN SOBRE CUERDAS

Técnica de descenso

La técnica de descenso es la más empleada para acceder al lugar de intervención, pues exige un menor esfuerzo y el empleo de menos dispositivos.

***Nota**: Con el objetivo de mejorar la comprensión de las explicaciones, cuando éstas se refieran al uso los dispositivos de regulación de cuerda tipo C se describen con los* siguientes términos: dispositivo de descenso y descensor.

La secuencia de pasos a realizar para que el descenso se haga con seguridad se describe a continuación:

- Realizar las instalaciones independientes para cada línea de cuerda (sistema de trabajo y de seguridad).
- Una vez colocado el dispositivo anticaídas en la cuerda de seguridad y en el punto del enganche anticaídas del arnés, se debe conectar el conector el dispositivo de descenso al punto de enganche ventral del arnés.
- Pasar la cuerda de trabajo por el dispositivo de descenso, siguiendo las instrucciones del fabricante. Recuperar la cuerda sobrante tirando de ésta hacia arriba. De esta forma se siente la tensión de la cuerda.
- Apoyar el peso en el dispositivo de descenso, comprobando el correcto bloqueo automático.
- Liberar un poco de cuerda y pasar con cuidado a la vertical, hasta estar suspendidos del dispositivo de descenso. El dispositivo de regulación de cuerda tipo A (en adelante dispositivo anticaídas) permanecerá alto durante la maniobra.
- Sujetar ligeramente la cuerda inactiva con una mano y con la otra accionar lentamente la palanca hasta notar que comienza a correr la cuerda y se comienza a descender.
- Verificar que el dispositivo anticaídas no se encuentra bloqueado y desliza por la cuerda libremente.
- El descenso se realiza lentamente y de manera controlada, previendo posibles obstáculos que pudieran estar por en el descenso (tendederos, terrazas etc.).

En muchas ocasiones, la entrada en la vertical se realiza desde la cubierta del edificio, por encima del peto o murete de protección perimetral, en cuyo borde se apoyan las cuerdas cuando se está en suspensión. Es el momento más delicado de la maniobra y debe realizarse con cuidado y concentración, asegurándose que las dos cuerdas (trabajo y seguridad), se encuentran convenientemente protegidas del borde o “canto vivo” del murete perimetral de la cubierta.

Utilización de asiento de trabajo

Pese a que se disponga de un arnés adecuado, es conveniente utilizar un asiento de trabajo donde poder estar sentados, mientras se está en suspensión. El uso de este elemento permite, además de evitar riesgos para la salud del técnico de trabajos verticales, mejora la comodidad y el confort del propio trabajo. Para más información sobre el uso de los asientos de trabajo se recomienda la NTP 789. Solo se deben realizar trabajos verticales sin asiento, cuando las condiciones del trabajo o la corta duración del mismo lo hagan recomendable, en función de la preceptiva evaluación de riesgos y planificación de los trabajos.

Existen dos métodos para anclar la silla al sistema de descenso si se trata de un asiento manufacturado por un fabricante o montado de forma artesanal por el propio usuario.

Asiento manufacturado

Con el dispositivo de descenso anclado directamente a la anilla ventral del arnés anticaídas. En este caso la silla deberá estar muy bien ajustada para liberar de peso al arnés anticaídas, (respetar instrucciones del fabricante). Aporta una mayor sensación de seguridad al notar una ligera tensión directamente en el arnés anticaídas. Ver figura 1.

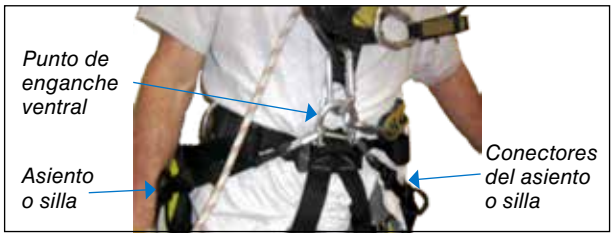


Figura 1. Anclaje al arnés de un asiento manufacturado.

Asiento fabricado por el usuario

Figura 2. Anclaje al arnés a un asiento fabricado por el usuario.

Con el dispositivo de descenso prolongado con un elemento de amarre. Las cintas o cordinos de la silla serán más cortas que el cabo de anclaje sujeto al dispositivo de descenso, de tal manera que se esté sentado completamente en la silla, sin que el elemento de amarre se encuentre en tensión. Con este método se libera completamente el peso del arnés anticaídas. Resulta mucho más cómodo para permanecer mucho tiempo suspendido, pero en un primer momento, puede dar una cierta sensación de inseguridad, al no notar la tensión en el arnés anticaídas. Ver figura 2.

Si se adopta esta opción, se debe prestar especial cuidado la forma de anclar el asiento. Puede realizarse de varias formas:

- Con un mosquetón conectado al mosquetón del dispositivo de descenso. Tiene la gran ventaja que puede quitarse el asiento en cualquier momento.
- Con las cintas o cordinos del asiento compartiendo el mosquetón del dispositivo de descenso. En este caso, se debe llevar permanentemente el asiento de forma solidaria con el dispositivo de descenso.

Figura 3. Asiento fabricado por el usuario. Anclaje incorrecto del mosquetón del cabo de anclaje al de unión del asiento con el dispositivo de descenso.

Existe un método muy generalizado pero incorrecto, que puede ocasionar accidentes, consistente en dejar el dispositivo de descenso permanentemente anclado al asiento y anclarse con el mosquetón del cabo de anclaje al mosquetón de unión del mismo y el dispositivo de descenso. Además de la posibilidad de que los dos mosquetones trabajen de forma incorrecta, es muy probable de que el trabajador se olvide de anclarse con el elemento de amarre. Ver figura 3.

Técnica de ascenso

El ascenso por la cuerda de trabajo es necesario realizarlo mediante los dispositivos de regulación de cuerda tipo B.

Nota: *Con el objetivo de mejorar la comprensión de las explicaciones, cuando éstas se refieran al uso los dispositivos de regulación de cuerda tipo B se describen con los siguientes términos: dispositivo de ascenso o bloqueador.*

Subir por una cuerda con los dispositivos adecuados, es una cuestión más de técnica que de fuerza. Para ello se necesitan como mínimo varios dispositivos de ascenso con bloqueo automático, además de otros elementos complementarios como pedales o estribos. Dependiendo de su manejo y colocación se pueden encontrar dispositivos de ascenso con y sin mango (denominados como "puño" y "de pecho o ventral" respectivamente):

- Dispositivo de ascenso de puño: Puño.
- Dispositivo de ascenso de pecho o ventral: Ventral.

Es posible realizar distintas combinaciones con dichos dispositivos: dos puños; puño y ventral; puño, ventral y pedal o estribo; puño y dispositivo de descenso; etc. Realizados correctamente, todos son igual de seguros. Los más utilizados son:

- Puño + Ventral para la realización de largos ascensos.
- Puño + Dispositivo de descenso para su uso con la silla de trabajo o ascensos cortos.

En la figura 4 se muestra la técnica de ascenso con los dispositivos de puño y ventral.

Paso 1: Colocar el bloqueador de pecho a través de un mosquetón en la anilla de la zona ventral del arnés anticaídas, y sujetado al pecho del mismo con una cinta, tal y como describe el fabricante, conectarlo a la cuerda de trabajo. La cinta deberá estar bien ajustada. (En caso de no disponer de cinta, se puede posicionar el bloqueador ventral colocando un pequeño conector en su orificio superior y anclándolo a la anilla esternal del arnés anticaídas).

Paso 2: Sentarse sobre el arnés anticaídas dejando todo el peso sobre la cuerda de trabajo.

Paso 3: Instalar el bloqueador de puño con estribo en la cuerda de trabajo por encima del bloqueador ventral lo más alto como sea posible. El puño estará anclado al arnés anticaídas, anilla ventral, a través del cabo largo de amarre.

Paso 4: Pisar sobre el estribo, incorporando todo el peso sobre él, quedando con la pierna estirada, ayudando con la mano y el puño. La cuerda de trabajo debe estar lastrada para que la maniobra se ejecute correctamente. En su defecto, se tendrá que sujetar la cuerda de trabajo que sale por debajo de bloqueador ventral al elevarse.

Paso 5: Sentarse sobre el arnés anticaídas, quedando suspendidos del bloqueador ventral.

Paso 6: Elevar el puño y repetir los movimientos.

Figura 4. Técnica de ascenso mediante dispositivos de puño y ventral.

Dispositivo de descenso + bloqueador de ascenso tipo puño

Si estando en la posición de descenso se necesita remontar unos metros por la cuerda, para después volver a bajar, deberían instalarse los dispositivos de ascenso (puño o ventral) y desmontar el dispositivo de descenso. Posteriormente, se debería volver a instalar el dispositivo de descenso y quitar los dispositivos de ascenso. Estas maniobras implican inversión de tiempo y, sobretodo, la posibilidad de cometer algún error.

Habrá situaciones de trabajo que exijan dominar estas técnicas, pero si se está trabajando en una zona reducida de la estructura y el ascenso es de pocos metros, se puede actuar de la forma expuesta en la figura 5.

Paso 1: En suspensión del dispositivo de descenso colocar el puño en la cuerda de trabajo, con el estribo, lo más alto posible (el Puño estará conectado a la anilla ventral de arnés anticaídas por el cabo de anclaje largo).

Paso 2: Pisar en el estribo y simultáneamente se tira hacia arriba de la cuerda de trabajo inactiva del dispositivo de descenso, elevando el cuerpo. El dispositivo de descenso debe mantener siempre una pequeña tensión para facilitar el paso de la cuerda de trabajo.

Paso 3: Una vez recuperada toda la cuerda de trabajo posible, sentarse de nuevo en el arnés anticaídas a través del dispositivo de descenso, subir el puño deslizándolo por la cuerda de trabajo y repetir la secuencia.

Figura 5. Técnica de descenso mediante dispositivo de descenso y bloqueador de ascenso tipo puño.

Para facilitar esta maniobra, especialmente cuando no se tiene apoyo para los pies, o se utiliza una silla de trabajo, se puede hacer según se indica en la figura 6.

Cambio de dirección

Se denomina cambio de dirección a la maniobra de cambiar de sentido la progresión, es decir, de ascenso a descenso y viceversa. Por ejemplo, si se está descendiendo con el dispositivo de descenso y se necesita remontar por la cuerda de trabajo para salir del tendido por la cubierta o la zona superior de una estructura, en vez de por la base, se deben colocar poner en la cuerda de trabajo los dispositivos de ascenso y quitar el dispositivo de descenso.

Cambio de ascenso a descenso

La secuencia de pasos a realizar se puede observar en la figura 7.

En relación a esta operación conviene destacar que es muy importante bajar el dispositivo de ascenso de puño antes de desgatillar el dispositivo de ascenso ventral, de lo contrario, al bajar el cuerpo es posible que quedarse colgados de él, en vez de sobre el dispositivo de descenso. Si la maniobra se realiza con la silla o asiento de trabajo y el dispositivo de descenso extendido con el

Paso 1: Instalar un mosquetón adicional en el orificio superior de puño y pasar la cuerda de trabajo inactiva por él, haciendo un reenvió hacia abajo.

Paso 2: Tirar de la cuerda de trabajo inactiva reenviada con energía. El dispositivo de descenso funciona como polea móvil y ascender fácilmente.

Paso 3: Levantar el puño, deslizándolo sobre la cuerda de trabajo hacia arriba, sin sacar del mosquetón el reenvío.

Paso 4: Volver a tirar de la cuerda de trabajo. Si no se tiene apoyo en los pies, se puede facilitar el ascenso, coordinando el tirón con los brazos y una elevación de cadera.

Figura 6. Técnica de descenso sin apoyo de pies o sobre silla mediante dispositivo de descenso y bloqueador de ascenso de puño.

Paso 1: La situación de partida del trabajador es la de suspensión, sobre el dispositivo de ascenso ventral y el de puño está instalado en la cuerda de trabajo, con el estribo sujeto. El dispositivo anticaídas se encuentra a la altura de nuestros ojos.

Paso 2: Instalar el dispositivo de descenso en la cuerda de trabajo, por debajo del dispositivo de ascenso ventral, tan cerca de éste como se pueda.

Paso 3: Bajar el dispositivo de ascenso de puño hasta tenerlo a la altura de la cara.

Paso 4: Pisar en el estribo para elevarse un poco, lo suficiente como para poder desgatillar el dispositivo de ascenso ventral.

Paso 5: Abrir el cierre o leva del dispositivo de ascenso ventral, liberándolo y quitándolo de la cuerda de trabajo para seguidamente bajar el cuerpo de forma controlada hasta estar sentado completamente sobre el dispositivo de descenso.

Paso 6: Liberar el dispositivo de ascenso de puño de la cuerda y lo colgarlo o anclarlo en las anillas porta material del arnés de seguridad.

Paso 7: Comenzar el descenso.

Figura 7. Cambio de ascenso a descenso.

cabo de anclaje corto, lo anterior es especialmente importante. En este caso, se debe bajar todo lo que se pueda el dispositivo de ascenso de puño y tal vez acortar un poco el estribo para apoyarse mejor. Si de todas formas se cuelga del dispositivo de ascenso de puño, con una sencilla maniobra de ascenso con puño más el dispositivo de descenso se puede quitar la tensión del mismo y poder retirarlo.

Cambio de descenso a ascenso

La secuencia de pasos a realizar se puede observar en la figura 8.

Paso 1: Se está suspendido del dispositivo de descenso, directamente o bien a través de la silla de trabajo.

Paso 2: Instalar el puño y el estribo, en la cuerda de trabajo por encima (éste estará anclado a través del cabo de anclaje largo a la anilla ventral del arnés anticaídas).

Paso 3: Colocarse correctamente el bloqueador ventral, si es que no se tiene puesto y abrir su gatillo o leva.

Paso 4: Accionar el dispositivo de descenso para quedar suspendido del puño. El dispositivo de descenso pierde tensión, pero no debe sacarse de la cuerda de trabajo.

Paso 5: Introducir la cuerda de trabajo en el bloqueador ventral y cerrar el gatillo o leva para sentarse sobre el mismo.

Paso 6: Liberar el dispositivo de descenso de la cuerda y colocarlo ordenadamente en el arnés anticaídas. Iniciar el ascenso.

Figura 8. Cambio de descenso a ascenso.

Paso 1: Hacer un pequeño péndulo para alcanzar las cuerdas de seguridad y trabajo a las que se quieren cambiar. Se puede sujetarlas al arnés a través de un conector para que no se escapen.

Paso 2: Colocar el dispositivo de ascenso de puño sobre la cuerda de trabajo de la que se quiere suspender, poniéndolo tan alto como se pueda. (Por regla general, el puño deberá estar anclado a punto de enganche ventral del arnés anticaídas a través del cabo de anclaje más largo).

Paso 3: Una vez que se esté asegurado en tres cuerdas, se cambia el dispositivo anticaídas de una cuerda de seguridad a otra.

Paso 4: Accionar el dispositivo de descenso, que provocara un pequeño movimiento de desplazamiento lateral hasta quedar completamente suspendido del dispositivo de ascenso de puño.

Paso 5: Remontar lo necesario para poder liberar el dispositivo de ascenso de puño

Figura 9. Cambio de cuerda.

2. OTRAS MANIOBRAS

Aunque la mayoría de las situaciones de trabajo se desarrollan empleando las técnicas básicas de progresión, hay muchas ocasiones en las que los lugares de trabajo no se encuentran en la misma vertical, es necesario evitar esquinas, o atravesar instalaciones o nudos. Para ello se debe conocer, practicar y entrenar, algunas técnicas de progresión más avanzadas o específicas.

A continuación se describen algunas de las más habituales:

Cambio de cuerda

Cuando se han realizado instalaciones de cabecera con distintos tendidos de trabajo, el cambio de cuerda permite la realización de instalaciones o rehabilitaciones de secciones horizontales de fachadas, estructuras, etc., facilitando la posibilidad de llegar a lugares del edificio de difícil acceso. En la figura 9 se describen los pasos a realizar partiendo de la situación de descenso.

Para la realización de esta misma maniobra desde la posición de ascenso (colgados de dispositivo de ascenso de puño y ventral), lo más eficaz es realizar primero un cambio de dirección, para quedar suspendido del dispositivo de descenso y realizar la maniobra anterior.

Paso de fraccionamientos

Se trata de “fraccionar” la cuerda en dos o más partes a través de instalaciones intermedias, para evitar roces o péndulos en tendidos de gran longitud. Puede fraccionarse solo la cuerda de trabajo, y también la cuerda de seguridad, dependiendo de la morfología del edificio o estructura. En cualquiera de los dos casos, el fraccionamiento debe dimensionarse en cuanto a resistencia como si de una instalación de cabecera se tratara. Realmente, se trata de una instalación de cabecera en toda regla. La comba de cuerda (trabajo y seguridad) antes del nudo del fraccionamiento, debe ser de 1,5 m como mínimo, para facilitar la maniobra de ascenso y sobre todo la de descenso.

Se desarrollan dos casos de fraccionamiento sobre un paramento vertical según se esté en posición de descenso o ascenso. Ver figuras 10 y 11.

Descenso

Paso 1: Aproximarse a la instalación del fraccionamiento y anclarse a ella mediante uno de los cabos del cabo de anclaje sujeto a la punto de enganche ventral del arnés anticaídas.

Paso 2: Cambiar el dispositivo anticaídas a la cuerda de seguridad que sale por debajo del fraccionamiento, en el caso de que la cuerda de seguridad este fraccionada. (En este momento se mantienen dos puntos de anclaje independientes).

Paso 3: Accionar el dispositivo de descenso hasta quedarse suspendido totalmente del cabo de anclaje sujeto a la instalación del fraccionamiento.

Paso 4: Liberar el dispositivo de descenso e instalarlo en la cuerda de trabajo que sale por debajo del fraccionamiento.

Paso 5: Colocar el estribo en algún anclaje de la instalación del fraccionamiento. Subirse sobre él y recuperar cuerda del dispositivo de descenso para quedar suspendidos de él.

Paso 6: Recuperar el cabo de anclaje y continuar descenso.

Figura 10. Fraccionamiento sobre un paramento vertical en posición de descenso.

Ascenso

Paso 1: Aproximarse al fraccionamiento con dispositivo de ascenso de puño y ventral

Paso 2: Cuando el dispositivo de ascenso de puño se acerque a la instalación y suspendido del dispositivo de ascenso ventral, cambiar el primero a la cuerda de trabajo por encima del fraccionamiento, tan alto como se pueda.

Paso 3: Continuar progresando en ascenso hasta que el dispositivo de ascenso ventral se aproxime al fraccionamiento y anclarse a la instalación de éste con el cabo de anclaje que está sujeto al punto de enganche ventral de nuestro arnés anticaídas.

Paso 4: Si la cuerda de seguridad está fraccionada, cambiar el dispositivo anticaídas y colocarlo lo más alto en la cuerda de seguridad que está por encima del fraccionamiento.

Paso 5: Con cuidado, retirar el dispositivo de ascenso ventral de la cuerda de trabajo, mientras se pisa el pedal y colocarlo en la cuerda de trabajo que está por encima del fraccionamiento.

Paso 6: Retirar el cabo de anclaje y continuar ascenso.

Paso 7: El dispositivo anticaídas deberá estar situado en todo momento tan alto como se pueda.

Figura 11. Fraccionamiento sobre un paramento vertical en posición de ascenso.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO
NTP 789. Ergonomía en trabajos verticales: el asiento.
INSSBT. Colección de Notas Técnicas de Prevención. 2008.

Ver NTP 1.108, 1.109 y 1.110.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.112

Seguridad en el almacenamiento de materiales mediante paletizado y apilado sobre el suelo

Safety storage of materials by palletizing and stacking on the floor
Sécurité dans le stockage des matériels sur le plancher par palettisée et empilés

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Iván Martínez del Cerro
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Esta NTP tiene como objetivo desarrollar distintos aspectos generales de seguridad relacionados con el apilado de materiales en distintos tipos de envase directamente sobre el suelo o sobre paletas. Para ello se exponen criterios sobre las distintas formas de apilar y las alturas máximas recomendadas para prevenir los riesgos relacionados con dicha actividad. Es la primera de una serie que desarrollará aspectos específicos del almacenamiento de distintos materiales y embalajes.

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 almacenamiento en general, es la disposición que se da a distintos materiales (que no están en proceso de fabricación ni de transporte), tales como sacos, cajas, bidones, etc., en un determinado lugar dentro de los centros de trabajo, principalmente en almacenes. El almacenamiento de estos materiales envasados o embalados mediante apilado directo sobre el suelo o depositados sobre paletas, genera una serie de riesgos que pueden tener consecuencias graves para los operarios implicados. Aunque lo recomendable es utilizar estanterías metálicas, en muchos de los casos la disponibilidad de espacio físico y los tipos y dimensiones de los materiales impiden utilizarlas.

El objetivo de esta NTP, es establecer criterios generales para facilitar el almacenamiento seguro de distintos materiales mediante la descripción no exhaustiva de distintos sistemas de almacenaje mediante apilado sobre el suelo ya sea directamente o sobre paletas, los riesgos y factores de riesgo relacionados con estas operaciones y las medidas de prevención y protección correspondientes. No se desarrollan los distintos riesgos específicos y las medidas preventivas relacionados con la utilización de los distintos tipos de equipos de manutención que ya ha sido objeto de numerosas NTP de esta misma colección.

Las NTP 77, 220 y 297 (pendientes de actualización) recogen los requisitos específicos para el almacenamiento de materiales tales como: paletas, tablones de madera y bidones. La serie de NTP que se inicia con esta, tiene como objetivo elaborar documentos sobre otros materiales entre los que cabría destacar los siguientes: troncos, fardos de papel, balas de paja, tuberías, contenedores, etc.

Asimismo indicar que existen almacenamientos de materiales que disponen de una normativa específica de aplicación, como por ejemplo, los productos químicos, explosivos, residuos peligrosos, etc.

2. APILADO. FORMAS Y TIPOS DE ENVASADO

Los materiales normalmente necesitan ir envasados para facilitar su almacenamiento. Los materiales de grandes dimensiones no se envasan ni se apilan, pudiéndose embalar o simplemente depositar directamente sobre el suelo o apoyados en paredes o sobre estructuras diseñadas específicamente para tal fin en función de sus dimensiones. En base a cada tipo de envase, material y las dimensiones se almacenan de distintas formas y alturas.

Apilado

El apilado es la colocación de los materiales en sentido vertical unos encima de otros en un espacio asignado. Se puede realizar directamente sobre el suelo o sobre paletas. En el caso de paletas, la acción de ubicar la carga sobre las mismas se denomina paletización.

Las distintas formas de apilado se distinguen por estar los materiales apoyados sobre una pared o escalonados y por los espacios existentes entre ellos.

Las principales formas de apilado en función del espacio existente entre ellos son: en bloque, adosado y en isla.

Bloque

Las cargas se disponen directamente sobre el suelo, apiladas verticalmente en forma de columnas unidas unas a las otras, de forma que, siendo imprescindible que se mantenga la verticalidad de cada columna, se auto soportan al no existir espacios intermedios entre las mismas. Ver figura 1.

El apilado en bloque puede realizarse de dos formas principalmente:

- Apilado cruzado: es el que se forma cuando se coloca una capa de materiales en sentido contrario a los de la capa inmediatamente inferior.

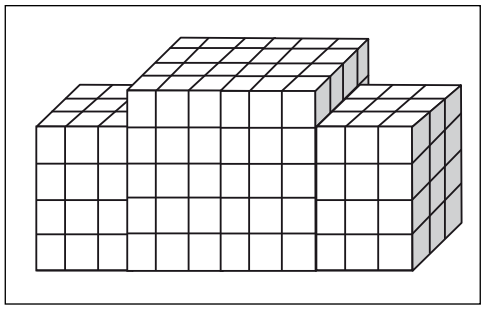


Figura 1. Apilado en bloque

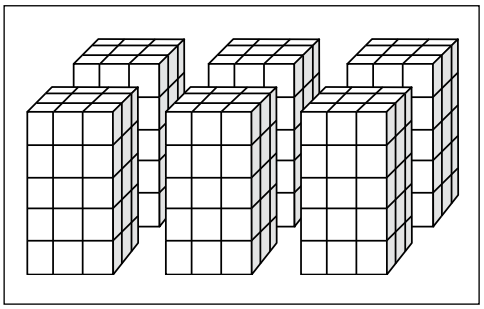


Figura 2. Apilado adosado

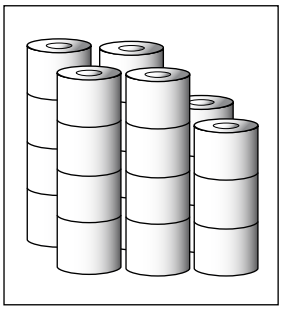


Figura 3. Apilado en isla

- Apilado compacto: es el formado por contenedores de cartón, cajas de madera, bidones, etc., que están en contacto permanente unos con otros. Este tipo de almacenamiento se realiza manualmente o mediante equipos de trabajo de elevación dotados de los implementos correspondientes tales como mordazas laterales.

Se utiliza para materiales de pequeñas dimensiones. Algunos materiales en proceso o semiacabados se pueden guardar en las propias secciones productivas en cajas o cajones de metal, de madera, de plástico, etc.

Adosado

El apilado adosado es similar al apilado en bloque pero dejando una distancia de seguridad entre las columnas de apilado, pudiendo situarse algunas de ellas junto a una pared. Estas distancias tiene el objetivo evitar enganches o arrastres entre las unidades de carga al ser colocadas o retiradas. Ver figura 2.

Isla

El apilado en isla se conforma mediante bloques o columnas de apilado con todos sus lados libres, de forma que permite el acceso o circulación a los equipos de manutención en todo su entorno. Ver figura 3.

Formas y tipos de envasado

A continuación se describen algunas formas y tipos de envasado más habituales utilizados para el almacenamiento mediante apilado sobre el suelo de distintos materiales.

Materiales rígidos lineales

Formados por tubos, varillas, tablas de madera, troncos, etc. El almacenamiento se puede realizar manual o mecánicamente.

Se utilizan columnas para acomodar piezas largas y estrechas como tubos, barras, correas, varas gruesas, flejes entre otras. Pueden ser montadas sobre ruedas pequeñas para facilitar su movimiento, su estructura puede ser de madera o de acero.

Sacos y contenedores flexibles

Son recipientes flexibles de tejidos naturales, plásticos, etc., que se utilizan para contener cemento, granos y otros materiales de características similares (por ejemplo, granulado o material arenosos a granel). Habitualmente, el almacenamiento se realiza manualmente para pequeñas alturas.

El contenedor flexible es una especie de saco hecho con tejido resistente y caucho vulcanizado, con un revestimiento interno que varía según el uso previsto. Se utiliza para el almacenamiento y movimiento de sólidos a granel y de líquidos, con capacidad que puede variar entre 500 y 1.000 kilos. Su manipulación se realiza con la ayuda de apiladoras, carretillas elevadoras, grúas u otros equipos de manutención.

Materiales rígidos no lineales

Son cajas o recipientes de capacidad igual o inferior a 50 l y los bidones metálicos cilíndricos de 200 l de capacidad, utilizados habitualmente para transportar líquidos.

Balas de papel recuperado

El papel recuperado se embala en forma de balas comprimidas y recogidas mediante alambres paralelos. Habitualmente las balas tienen un peso mínimo de 400 kg, estableciendo para las balas dos rangos:

- Balas medianas: 400 kg a 700 kg.
- Balas grandes: de 700 kg en adelante.

Balas de algodón

El algodón se embala en balas compuestas por algodón prensado recubierto de arpillera y flejadas.

Fardos de pasta

Los fardos de pasta de papel están formados por capas muy finas sujetas con alambres de alto contenido de carbono con un revestimiento liviano de cinc resistente a la tensión y el alargamiento, que pueden ser apilados en forma de bloques o adosados.

Bobinas de papel

Las bobinas de papel tienen diámetros variables y se pueden almacenar apiladas directamente sobre el suelo o sobre paletas.

Paletas

Las paletas son plataformas de distintos materiales y dimensiones que sirven para soportar cargas y ser manipuladas por equipos de manutención dotados de horquillas. Se pueden apilar agrupadas directamente sobre el suelo preferiblemente flejadas o retractiladas (aunque también se pueden almacenar en estanterías), aspecto que no se contempla en este documento. Las paletas denominadas europaletas (1200 x 800 mm) son las más recomendables y deben estar construidas de acuerdo con la norma UNE-EN 13698-1 y llevar el marcado EUR.

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos y factores de riesgo asociados a los almacenamientos mediante paletizado y apilado directamente sobre el suelo, son los siguientes:

Golpes por caída de cargas y objetos sobre zonas de paso o de trabajo debidas a:

- Deficiente apilamiento o conformación de las cargas.
- Apilamientos verticales que superan las alturas máximas de seguridad.
- Sobrecarga de la pila.
- Falta de verticalidad o inestabilidad de la pila.
- Superficie de apilamiento en pendiente, con irregularidades, poco resistente, etc.
- Dispositivos de retención de cargas defectuosos o inexistentes (redes, mallas, flejes, largueros tope, etc.).
- Rotura de la paleta en mal estado o sobrecargada.
- Utilización más de una vez de paletas no reutilizables.

Sepultamiento y atrapamientos diversos por hundimiento de los niveles de carga debidos a:

- Sobrepasar los límites máximos de resistencia de los embalajes apilados.
- Desconocimiento del peso real de las unidades de carga manipuladas.
- Suelo con una capacidad portante insuficiente para las cargas que se almacenan sobre el mismo.

Atropellos y golpes por equipos de manutención debidos a:

- Inadecuado dimensionado de los pasillos o falta de señalización específica para vehículos y/o peatones.
- Falta de formación del operador del equipo de manutención.
- Falta de iluminación o iluminación deficiente en los pasillos de circulación y cruces.

Sobreesfuerzos debidos a:

- Manipulación manual de cargas inadecuada.
- Falta de equipos de manutención y medios auxiliares adecuados al tipo de cargas a utilizar.

Otros factores que pueden contribuir a la materialización de los riesgos citados son los siguientes: aumento de calor, descenso de los niveles de iluminación como consecuencia de la acumulación de los materiales, disminución de la superficie de trabajo, la ocultación o anulación de los elementos de prevención de incendios y de las medidas de emergencia.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección se desarrollan describiéndo, por un lado medidas generales y, por otro, medidas específicas para los riesgos descritos.

Medidas generales

- Las personas que realicen el apilado y el almacenamiento deben estar correctamente formadas.
- Evitar la mezcla de distintos materiales y/o tipos de embalaje a la hora de almacenar. Las mercancías han de ser almacenadas o apiladas agrupándolas en función de su volumen y del tipo de embalaje.
- Los productos químicos deben almacenarse según su normativa específica, evitando mezclarlos con otros productos que pudieran incrementar el riesgo para los trabajadores.
- No se deben almacenar conjuntamente materiales no compatibles.
- Mantener la zona de almacenamiento libre de materiales y residuos acumulados.
- Almacenar siempre que se pueda en zonas cubiertas.
- Al almacenar materiales en zonas no cubiertas, se debe analizar como pueden ser afectados por el viento, el agua o el hielo. En el caso de que los materiales situados en la parte superior puedan ser afectados por el viento se podrían emplear lonas impermeables, ancladas al suelo que asimismo cumplirían con la función de protección frente al agua y/o nieve.
- Los materiales se deben situar lejos de aberturas en el suelo o zonas de acceso.
- Pintar las paredes o postes con rayas para indicar, mediante una referencia rápida, la altura máxima de almacenamiento. Asimismo, se recomienda indicar el tipo de material almacenado en esa zona mediante un panel de señalización visible permanentemente.
- El almacenamiento en el interior de edificaciones deberá tener en cuenta las limitaciones en altura y superficie que se establezcan para el funcionamiento de los sistemas de extinción.
- Los materiales apilados no pueden ejercer presión sobre las paredes, muros y pilares del edificio.
- La superficie de las zonas de almacenaje debe tener la resistencia suficiente para poder soportar las cargas a almacenar.
- No se debe almacenar sobre superficies con pendiente o que presenten irregularidades.
- Mantener la verticalidad de las pilas y los materiales almacenados.
- El tiempo máximo de un almacenamiento deberá tener en cuenta las características de los materiales, tipos de envase utilizados, deterioro del material y las condiciones ambientales.
- No se debe permitir escalar o subir al material almacenado o apilado, al menos que esté expresamente autorizado y se conozca su estabilidad.

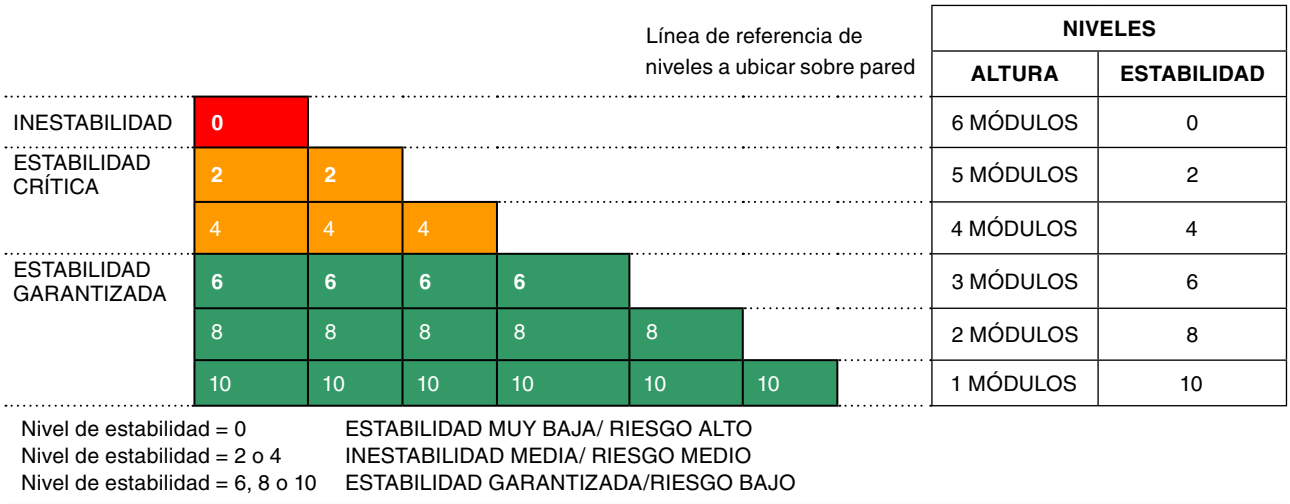
Medidas específicas

Golpes por caída de cargas y objetos

Las medidas preventivas frente al riesgo de golpes, se desglosan en dos apartados, el primero trata sobre los criterios generales de estabilidad y en el segundo sobre medidas generales organizativas y de seguridad.

a) Criterios sobre estabilidad/altura máxima del apilado de unidades de carga paletizada apoyadas sobre pared

De todos los parámetros de apilado, el que resulta crítico es el que se refiere a la altura máxima de apilado. Para ello, no existen criterios estandarizados sobre la altura máxima de apilado salvo el referente a la limitación de los propios elementos de apilado y por el alcance vertical del mástil de las carretillas elevadoras utilizadas para manipularlos. A título de ejemplo, en el grafico 1, se indican unos niveles de estabilidad orientativos en base a criterios técnicos que relacionan la estabilidad con la altura para apilados soportados por paletas.



NIVELES	
ALTURA	**ESTABILIDAD**
6 MÓDULOS	0
5 MÓDULOS	2
4 MÓDULOS	4
3 MÓDULOS	6
2 MÓDULOS	8
1 MÓDULOS	10

Nivel de estabilidad = 0 ESTABILIDAD MUY BAJA/ RIESGO ALTO
Nivel de estabilidad = 2 o 4 INESTABILIDAD MEDIA/ RIESGO MEDIO
Nivel de estabilidad = 6, 8 o 10 ESTABILIDAD GARANTIZADA/RIESGO BAJO

Grafico 1. Relación orientativa estabilidad/altura para apilados sobre pared de unidades de carga paletizadas

En el mismo se puede observar que la estabilidad está garantizada hasta apilamientos de tercer nivel, mientras que para apilamiento de seis niveles la estabilidad en prácticamente nula.

Asimismo, en el gráfico 2 se expone la seguridad del apilado en función del número de niveles para conjuntos en bloque, adosados e isla, apoyados o escalonados.

En dicho gráfico se puede ver como hasta tres niveles (color verde), el apilado es seguro, para el cuarto y quinto nivel (color amarillo), el apilado está comprometido, mientras que a partir del sexto nivel (color rojo), el apilado es inestable y tiene un máximo riesgo de desplome.

Sobre la altura máxima de apilado, la norma UNE-EN 12845. “Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos”, en relación con el diseño, instalación y mantenimiento de estos sistemas, limita la altura máxima de almacenamiento en isla o bloques hasta un máximo de 7,60 m, solo a los efectos del adecuado funcionamiento de los sistemas de rociadores de la instalación de protección contra incendios. Así mismo, se debe tener en cuenta que la altura máxima puede venir condicionada, en aquellos casos donde se disponga de exutorios para la evacuación de humos y gases de combustión en caso de incendio, por la necesidad de dejar una capa libre para la evacuación de humos. Esta capa será de al menos 0,5 m por encima de la altura máxima de apilado.

El factor determinante para que un apilamiento sea seguro, es el ratio altura-base de la pila. Para pilas sin apoyo, se recomienda que el ratio se de 3:1 como máximo. Para los casos en los que exista una unión buena entre los elementos de la pila y una buena fricción entre las superficies de apoyo, el ratio admisible puede incrementarse a 4:1.

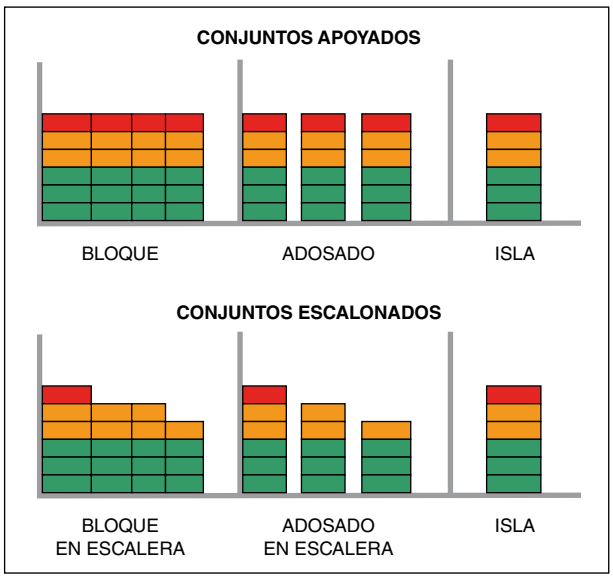


Grafico 2. Seguridad para distintas formas de apilado en función del número de niveles para conjuntos apoyados y escalonados

b) Medidas generales organizativas y de seguridad
- Cada fila tiene que vaciarse antes de ubicar nuevo producto.
- La ubicación de productos puede ser aleatoria o fija, pero siempre por filas.
- El número de paletas por fila en profundidad, debería ser de 6 como máximo, por motivos de seguridad en el uso de los equipos de manutención.
- Los materiales según el tipo de envase y la unidad de carga formada, deben sujetarse con alambres, flejes, etc., para evitar su posible caída. Al margen de lo anterior, según los casos puede ser conveniente sujetar el conjunto a la paleta y poner cantoneras de protección. Ver figura 4.

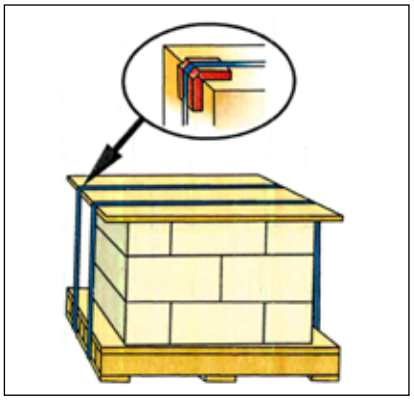


Figura 4. Flejado de la carga a la paleta y utilización de protectores cantoneros

– No debe situarse personal ajeno a la operativa en las zonas próximas al apilado y desapilado.
– No se deben utilizar paletas en mal estado o sobrecargada.
– No utilizar más de una vez de paletas no reutilizables.

Sepultamiento y atrapamientos diversos por hundimiento de los niveles de carga

– La resistencia de los embalajes apilados debe estar acorde al peso conjunto de las unidades de carga que va a soportar para todos los niveles previstos.
– Conocer el peso de las unidades de carga antes de proceder a su apilado.
– Se debe comprobar y en ningún caso superar, la capacidad portante de la zona de almacenamiento.

Atropellos y golpes por equipos de manutención

Las medidas preventivas para controlar este riesgo pasan por un adecuado diseño del almacén, señalización y uso adecuado según los procedimientos establecidos y la formación adecuada de los operadores**.**

1. Diseño y uso de los almacenes
   – En el diseño de los almacenes se debe tener en cuenta que los pasillos entre cargas debe tener la anchura suficiente para permitir el paso y las maniobras necesarias de los equipos de manutención utilizados con su carga. En el cálculo se debe considerar incrementar la anchura alrededor de un 10% de margen entre cargas.
2. Señalización. Orden y limpieza
   – El almacén debe estar dotado, siempre que sea posible, de área(s) específica(s), debidamente señalizada(s), para la preparación de los pedidos y el acondicionamiento de las cargas. No obstante, en el caso en que se deban realizar trabajos de confección y separación de cargas (*picking*) en los pasillos, antes de comenzar los trabajos se señalizará adecuadamente la zona y sus accesos para evitar que se produzcan accidentes. En este sentido puede ser útil el contenido de la NTP 434 sobre superficies de trabajo seguras.
   – Cualquier cambio en la ubicación de las zonas de almacenamiento, debe comportar obligatoriamente un nuevo cálculo del diseño de la distribución de cargas y la aprobación de las nuevas condiciones dentro de la organización de la gestión del almacén, así como su señalización y medidas complementarias, con objeto de evitar confusiones.
   – Los pasillos y las zonas de almacenamiento deben mantenerse libres de objetos y limpiarse periódicamente, especialmente después de cualquier derrame o caída de la carga o parte de la misma.
   – En lo relativo al orden y limpieza se deberán seguir los criterios indicados en el Anexo II del Real Decreto 486/1997, sobre utilización de lugares de trabajo y lo recogido en su Guía Técnica de desarrollo.
   – Igualmente, la señalización de los almacenes deberá cumplir con el Real Decreto 485/1997, sobre señalización y salud en el trabajo y lo recogido en su Guía Técnica de desarrollo.
3. Circulación
   – La velocidad de los equipos de manutención debería estar limitada a 10 km/h.
   – No circular marcha atrás sin señalizar y en caso necesario utilizar la ayuda de otro operario.
   – La circulación por rampas (en vació/carga), debe realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
   – El descenso por pendientes marcha atrás.
   – No girar sobre rampas.
4. Pasillos de circulación
   – En cumplimiento de las exigencias del RD. 486/1997, cuando se precise, las zonas de paso de vehículos y peatones deberán diferenciarse, respetando las dimensiones necesarias para cada tipo de usuario, con especial atención en los cruces para que los ángulos de giro de vehículos y la visibilidad sean correctas. Se colocarán espejos de visualización estratégicamente orientados siempre que sean necesarios.
   – Los pasillos de servicio y circulación de las carretillas así como los pasillos peatonales deben mantenerse libres de obstáculos.
   – No se deben realizar almacenamientos, aunque sea transitoriamente, en los pasillos de circulación, obstruyendo las salidas de emergencia o el acceso a los medios de extinción de incendios.

a) Pasillos de circulación. Dimensiones:
   – Pasillo de sentido único: la anchura total de la carretilla o de la carga (la que sea mayor) más 1 m.
   – Pasillo de doble sentido: el doble de la anchura de la carretilla o de la carga (la que sea mayor) más 1,40 m.
   – Los pasillos de servicio tendrán una anchura suficiente para permitir el tránsito seguro de las carretillas.

b) Zonas de paso de peatones
   – En la medida de lo posible, el tráfico de peatones debe separarse del tráfico de carretillas. En caso contrario, se debe mantener una holgura mínima de 0.50 m al menos, en uno de los lados.
   – Los pasillos peatonales ubicados en las vías de circulación de carretillas de manutención tendrán un ancho mínimo de 1,20 m en pasillos principales y 1 m en pasillos secundarios y estarán debidamente señalizados. Es aconsejable dotar a los pasillos peatonales de barandillas separadoras.
   – Debe prohibirse el paso de personas por los pasillos de servicio y, si excepcionalmente se hace, se debe señalizar la prohibición de acceso para vehículos de manutención. Se debe prohibir el acceso de personal foráneo a las áreas de almacenamiento.
   – Deben extremarse las precauciones en los cruces de los pasillos, mediante señalización y medios que faciliten la visibilidad, por ejemplo, mediante el uso de espejos.
   – Los pasillos, tanto los de servicio como los peatonales, y las zonas de almacenamiento deben quedar claramente

5. Iluminación
   Las distintas zonas de trabajo deberán disponer de los niveles de iluminación, en función de las exigencias visuales requeridas de acuerdo con lo indicado en el RD. 486/1997, en su Anexo IV.

Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas

En la manipulación manual de cargas se deberán seguir los criterios indicados en el RD. 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas y lo recogido en su Guía Técnica de desarrollo.

5. FORMACIÓN DE LOS OPERADORES Y DEL PERSONAL AUXILIAR

Los operadores de los equipos de manutención deben tener una formación adecuada en función del equipo que van a utilizar. Esta formación debe actualizarse periódicamente. En este sentido puede ser útil el contenido de la norma UNE 58451, referente a la formación de los operadores de carretillas de manutención.

El personal auxiliar debe estar formado en aspectos de seguridad relacionados con la operativa de los equipos de manutención, formas de apilado y cualquier otra actividad relacionada.

Todo el personal que participe en el proceso de almacenamiento de materiales deberá conocer las normas de almacenamiento para cada tipo de material utilizado.

NORMATIVA LEGAL Y TÉCNICA

Legal

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) modificada por la Ley 54/2003.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. (RSP).

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.

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones de comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual.

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

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

Técnica

Materials Handling and Storage. Occupational Safety and Health Administration. OSHA 2236. 2002. U.S. Department of Labor.

Safe Stacking and Storage. OSHA Occupational Safety & Health Service.

UNE-EN 12845:2016. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. **AENOR.**

UNE-EN 12259-1:2002/A3:2007. Protección contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 1: Rociadores automáticos. **AENOR.**

UNE-EN 13698-1:2003. Especificación para la producción de paletas. Parte 1: Especificaciones para la construcción de las paletas planas de madera de 800 mm x 1.200 mm. **AENOR**

UNE 58451:2016. Formación de operadores de carretillas de manutención hasta 10.000 kg. **AENOR.**

NTP 434. Superficies de trabajo seguras (I). **INSHT.**

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.113

Cargador frontal para tractor: seguridad

Front loader: Safety
Chargeur frontal: Sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Rafael Cano Gordo
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSSBT

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 el cargador frontal diseñado para ser acoplado a tractores agrícolas o forestales de ruedas tomando como referencia la norma UNE-EN 12525. Para mayor información se recomienda la consulta a 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

El cargador frontal es una unidad desmontable destinada a la manipulación de productos agrícolas (grano, sacos, estiércol, pacas, etc.) que está provista de unos brazos elevadores, un dispositivo de fijación diseñado para ser instalado en un bastidor situado en la parte delantera del tractor y un dispositivo que permite el enganche de diferentes tipos de herramientas.

El cargador frontal es un equipo intercambiable, según está definido en el artículo 2 de la Directiva 2006/42/CE, transpuesta por el Real Decreto 1644/2008. Por tanto, su comercialización está sujeta a las disposiciones contenidas en dicho real decreto. 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.

Están publicadas un conjunto de normas armonizadas que puede utilizarse como instrumento para la presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables a los cargadores frontales.

Entre dichas normas pueden citarse la norma UNE-EN ISO 12100, que establece los principios generales a considerar en el diseño de máquinas, y la norma UNE-EN 12525, que establece los requisitos de seguridad que se aplican a los cargadores frontales diseñados para ser acoplados a tractores agrícolas o forestales de ruedas.

Figura 1. Cargador frontal.

Figura 2. Cargador frontal acoplado a tractor.

2. ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO

Los elementos principales de un cargador frontal (figuras 1 y 2) son los siguientes:

1. Herramienta. Permite la carga del producto, su estabilización durante el tiempo de manutención y su

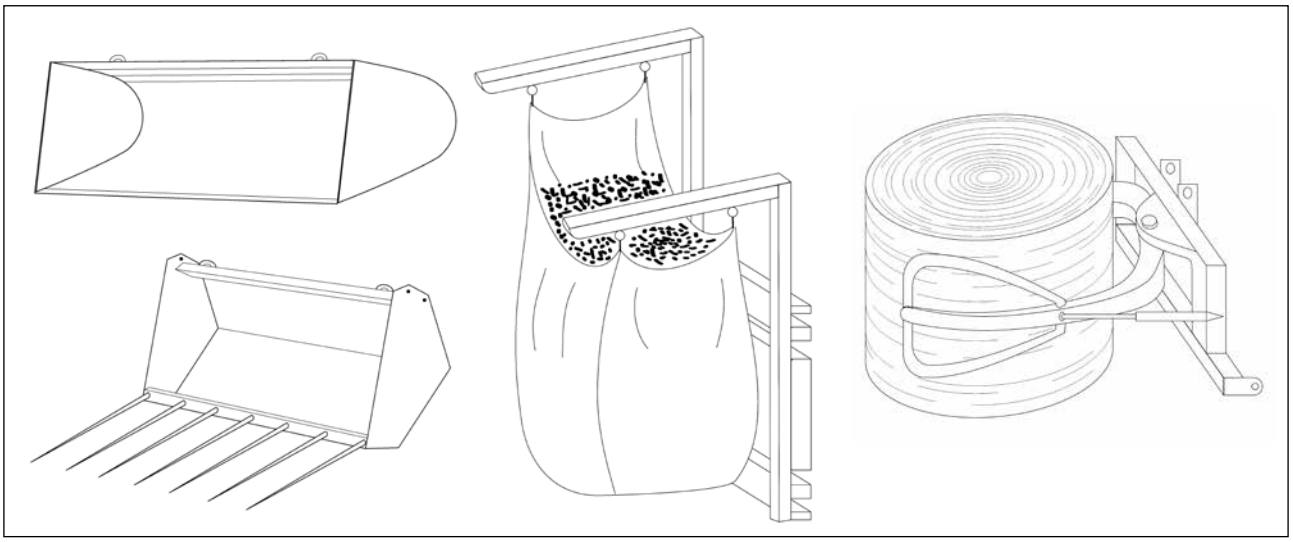


Figura 3. Tipos de herramienta.

descarga. Puede presentar diversas formas (pala, horquilla, pinza, porta-sacos, porta-palés, etc.) según la naturaleza del producto que vaya a ser manipulado (figura 3).
2. Dispositivo de enganche de la herramienta a los brazos elevadores.
3. Brazos elevadores, solidarios entre sí.
4. Soportes (dispositivos de apoyo). Previstos para sostener los brazos elevadores en una posición estable cuando se desmontan del tractor.
5. Dispositivo de fijación de los brazos elevadores al bastidor.
6. Bastidor fijado rígidamente en el tractor y provisto de elementos que permiten el enganche y desenganche rápido de los brazos elevadores.
7. Circuitos y cilindros hidráulicos para dotar de movimiento a los brazos elevadores y a la herramienta mediante la transformación de la energía hidráulica en energía mecánica lineal.
8. Mando manual. Permite el accionamiento de los brazos elevadores y de la herramienta desde el puesto de conducción del tractor.

3. LISTA DE PELIGROS SIGNIFICATIVOS

El anexo A de la norma UNE-EN 12525 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 previsibles cuando el cargador frontal es utilizado en las condiciones previstas por el fabricante. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

1. Vuelco del conjunto tractor-cargador frontal por pérdida de estabilidad durante la utilización.
2. Peligros mecánicos debido a la falta de estabilidad del cargador frontal una vez desmontado del tractor.
3. Peligros mecánicos debido al desplome de la herramienta.
4. Peligros mecánicos debido a la caída de la carga hacia atrás durante el desplazamiento del cargador frontal.
5. Proyección de fluido hidráulico a alta presión debido a la rotura de las tuberías rígidas y flexibles.
6. Peligros relacionados con deficiencias en el diseño, localización e identificación de los mandos manuales.
7. Peligro de aplastamiento entre los brazos elevadores y elementos estructurales del tractor durante las operaciones de mantenimiento o reparación.
8. Peligro eléctrico debido al contacto de los brazos elevadores con líneas eléctricas aéreas.

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

En relación con los peligros significativos incluidos en el Anexo A de la norma UNE-EN 12525, el apartado 4 de dicha norma contiene los requisitos de seguridad y medidas de reducción del riesgo y de protección aplicables en el diseño del cargador frontal, que se presentan a continuación de forma resumida.

Montaje del cargador frontal en el tractor

Utilización prevista

El fabricante del cargador frontal debe especificar los tractores que son compatibles para la instalación y utilización del cargador frontal teniendo en cuenta las características técnicas del tractor (potencia, masa, distancia entre ejes, ancho de vía), así como la utilización prevista del conjunto tractor-cargador frontal.

El diseño del cargador frontal debe ser capaz de retener la carga siempre que sea utilizado siguiendo las instrucciones del fabricante.

Estabilidad del conjunto tractor-cargador frontal

La estabilidad del conjunto tractor-cargador frontal frente al vuelco puede verse afectada principalmente por los factores que se indican a continuación.

a) Dimensiones y cargas del conjunto tractor-cargador frontal. Se consideran los siguientes:
   – La posición del centro de gravedad del conjunto durante la manipulación de la carga. El montaje de un cargador frontal en un tractor sitúa el centro de gravedad del conjunto en una posición más alta, haciendo que la combinación de ambos sea más inestable que el tractor considerado de forma independiente. Cuando la herramienta está cargada

y levantada, la posición del centro de gravedad del conjunto queda situada aún a mayor altura, originando una mayor inestabilidad (figura 4).
- La geometría del conjunto fundamentalmente, determina las posiciones extremas que puede ocupar el cargador frontal durante el trabajo.
- El peso y la carga de la herramienta.
- La zona de estabilidad del tractor determinada por el ancho de vía (distancia entre las ruedas de un mismo eje del tractor) y la distancia entre ejes del tractor. Mayores anchos de vía y distancias entre ejes mejoran la estabilidad del tractor.

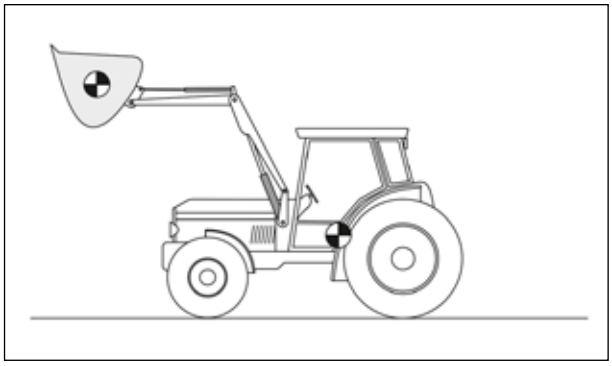


Figura 4. La posición elevada de la carga disminuye la estabilidad del tractor.

b) Las condiciones de conducción del tractor. La aceleración, el frenado o el cambio de dirección realizados de forma brusca tienen efectos negativos sobre la estabilidad, en especial si durante el desplazamiento el cargador frontal está levantado y la herramienta está cargada.
c) Las condiciones del terreno. La pendiente, los obstáculos, la adherencia o la capacidad portante del suelo afectan a la estabilidad.

La estabilidad del conjunto tractor-cargador frontal frente al vuelco puede mejorarse colocando contrapesos en la parte trasera del tractor, añadiendo masas en las ruedas traseras o lastrando los neumáticos con líquido.

Bastidor para el montaje sobre el tractor

El fabricante del cargador frontal debe diseñar el bastidor (figura 5) y sus elementos de fijación de tal manera que las cargas generadas por el cargador frontal durante su utilización prevista sean transferidas de forma segura a la estructura del tractor.

Figura 5. Bastidor.

Desmontaje y almacenamiento de los brazos elevadores

Soportes

El fabricante debe suministrar unos soportes (dispositivos de apoyo) para mantener los brazos elevadores apoyados en el suelo una vez desmontados del tractor, evitando de esta forma su caída (figura 6). Los soportes deben incluir un dispositivo de bloqueo que impida su abatimiento intempestivo (figura 7) y deben estar disponibles siempre que se desmonten los brazos elevadores (por ejemplo, mediante la fijación de los soportes a los brazos elevadores o guardados por separado en algún lugar previsto del cargador frontal). El diseño debe permitir que el operador pueda fijarlos y regularlos en altura cuando se encuentre de pie en el suelo junto a los brazos elevadores o esté sentado en el asiento del tractor.

Figura 6. Soportes.

Figura 7. Dispositivo de bloqueo de los soportes.

Montaje de la herramienta

Utilización prevista

El fabricante del cargador frontal debe determinar el tipo y la capacidad de las herramientas que pueden instalarse y utilizarse de forma segura en los cargadores frontales especificados. La herramienta sólo puede utilizarse en la aplicación para la que ha sido diseñada, garantizando que no tendrá lugar su desplome.

Dispositivo de enganche de la herramienta

Este dispositivo debe permitir que el conductor pueda efectuar las operaciones de enganche y desenganche de la herramienta sin ayuda (figura 8).

Figura 8. Dispositivo de enganche.

Dispositivo para el bloqueo de la herramienta

El dispositivo para el bloqueo de la herramienta (figura 9) debe tener un acoplamiento positivo (por ejemplo, un sistema de cuñas) de forma que la fuerza de trabajo nunca provoque el desacoplamiento de la herramienta. También debe disponer de un sistema de retención capaz de fijar la herramienta a los brazos elevadores de forma que se mantenga sujeta en condiciones de seguridad cualesquiera que sean las condiciones de funcionamiento. El bloqueo puede ser manual mediante palanca o hidráulico accionado desde el puesto de conducción.

La herramienta no debe llegar a desacoplarse de forma inadvertida debido a su uso o por avería del sistema de retención.

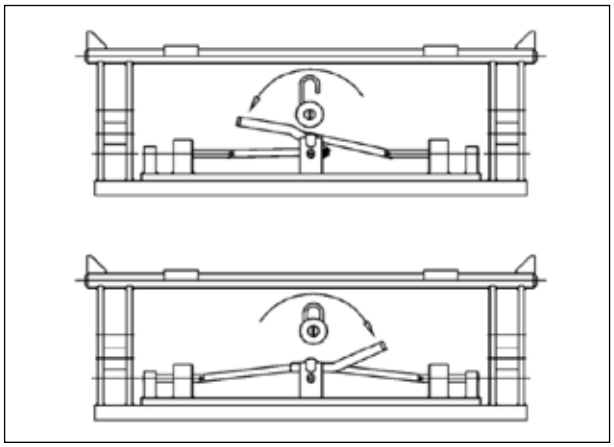


Figura 9. Bloqueo mecánico de la herramienta.

Circuito hidráulico

Potencia y presiones hidráulicas

El circuito hidráulico debe estar diseñado para que transmita la totalidad de la potencia hidráulica del tractor o para que disponga de una potencia hidráulica limitada por una válvula reguladora de la presión. En este segundo caso, dicha válvula reguladora debe suministrarse con el cargador frontal.

Todas las tuberías, tanto rígidas como flexibles, así como las conexiones, deben soportar, como mínimo, una presión de rotura igual a cuatro veces la presión nominal del circuito hidráulico del tractor. Si el cargador frontal está equipado con la válvula reguladora de presión, las tuberías y las conexiones deberán soportar, como mínimo, cuatro veces la presión nominal del circuito hidráulico del cargador frontal.

Tuberías flexibles presurizadas cerca del asiento del conductor

Las tuberías flexibles presurizadas que se sitúen en las proximidades del puesto de conducción deben protegerse para evitar la proyección de fluido hidráulico a alta presión en caso de rotura, mediante resguardos rígidos o fundas.

Conexiones

Las conexiones del circuito hidráulico del cargador frontal al tractor deben estar diseñadas de forma que no sea físicamente posible la realización de un acoplamiento incorrecto o deben estar señalizadas para permitir su identificación. El uso de una placa multienchufe permite efectuar la conexión de una forma rápida y sencilla (figura 10).

Figura 10. Placa multienchufe.

Protección frente a una bajada involuntaria de los brazos elevadores

Si el cargador frontal también está diseñado para operaciones de elevación que requieran la presencia de una persona cerca de la carga cuando el cargador frontal está en posición elevada, el sistema hidráulico debe estar equipado con un dispositivo de seguridad que impida la bajada involuntaria de los brazos elevadores en caso de fallo de suministro de energía del circuito de mando.

Si el dispositivo de seguridad puede apagarse y encenderse o activarse y desactivarse para las operaciones que no requieran la presencia de una persona cerca de la carga, deben cumplirse los siguientes requisitos adicionales:

a) Debe ser posible encender y apagar o activar y desactivar el dispositivo de seguridad desde el puesto de conducción.
b) Debe ser posible encender o activar el dispositivo de seguridad desde el suelo sin estar cerca de la carga.
c) El mando manual para apagar o desactivar el dispositivo de seguridad debe estar diseñado y localizado de forma que el operador no lo pueda accionar de forma involuntaria.
d) La posición del dispositivo de seguridad debe estar claramente indicada y debe verse completamente desde el puesto de conducción y desde la zona de carga.

En el manual de instrucciones debe explicarse el método correcto de uso y funcionamiento del dispositivo de seguridad.

El cargador frontal debe estar provisto de una etiqueta que incluya la advertencia referida a que el dispositivo de seguridad debe estar encendido o activado en aquellas operaciones de elevación que requieran la presencia de una persona cerca de la carga cuando el cargador frontal está en posición elevada.

Órganos de mando

La utilización de los órganos de mando no debe suponer la existencia de peligros originados por deficiencias en su diseño, localización e identificación (figura 11).

Los movimientos de los brazos elevadores y de las herramientas deben realizarse a través de órganos de

mando de acción mantenida, excepto para el control de flotación que puede permanecer retenido en su posición. De esta forma, los movimientos tienen lugar siempre que el órgano de mando esté accionado.

Los órganos de mando deben ser fácilmente accesibles y estar claramente identificados. Su disposición y marcado están especificados según se trate de dos palancas, palanca conmutable o palanca única. El marcado debe indicar el elemento sobre el que actúa el órgano de mando y el movimiento generado (figuras 12 y 13).

Figura 11: Órgano de mando tipo joystick.

No debe ser posible el accionamiento involuntario de los órganos de mando (por ejemplo, mediante una válvula de cierre que permite el aislamiento del sistema hidráulico, mediante bloqueo de los órganos de mando o utilizando pulsadores encastrados, figura 14).

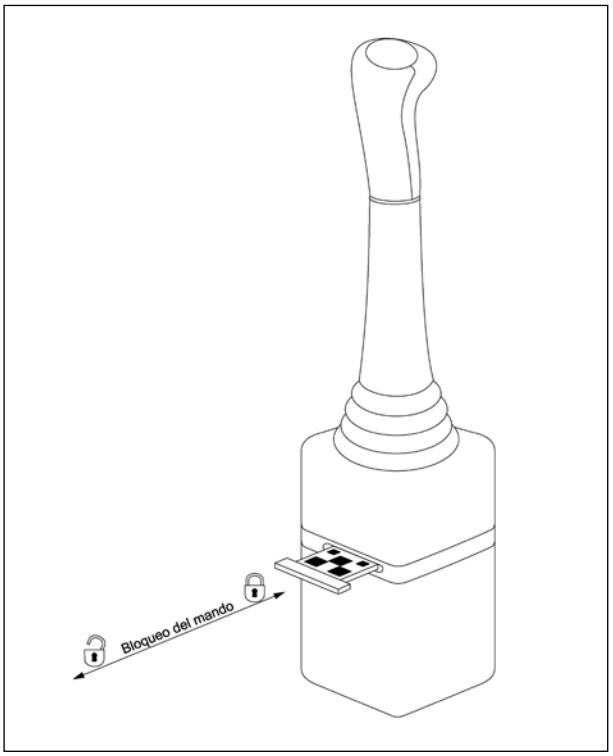


Figura 14: Mecanismo de bloqueo del órgano de mando.

Operaciones de mantenimiento y reparación

Deben suministrarse soportes mecánicos o dispositivos de bloqueo hidráulico que impidan el abatimiento intempestivo de los brazos elevadores situados en posición elevada en el caso de una pérdida de presión hidráulica para cuando el operador efectúe trabajos de mantenimiento o reparación debajo de ellos.

Los soportes mecánicos y los dispositivos de bloqueo hidráulico deben poder ser accionados sin que el operador tenga que permanecer de pie en, o al alcance de, la trayectoria de los brazos elevadores y de la herramienta. Cuando los soportes se accionan manualmente, su posición y funcionamiento deben indicarse sobre el cargador frontal.

Los dispositivos de bloqueo hidráulico empleados deben estar situados sobre el cilindro hidráulico o sobre las tuberías que se dirigen al mismo.

El montaje y desmontaje de los brazos elevadores y el enganche y desenganche de la herramienta deben estar diseñados de forma que dichas tareas puedan ser ejecutadas por un solo operador.

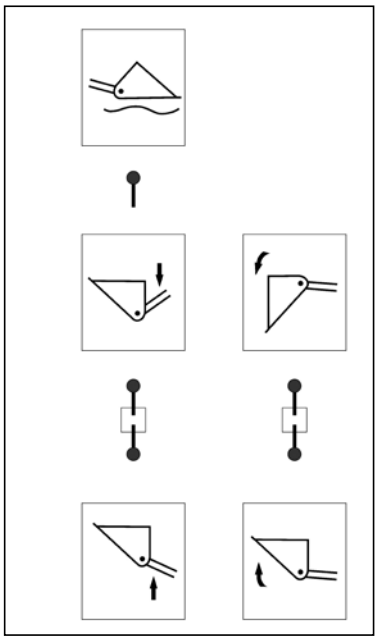


Figura 12: Señalización del órgano de mando de dos palancas o de palanca conmutable.

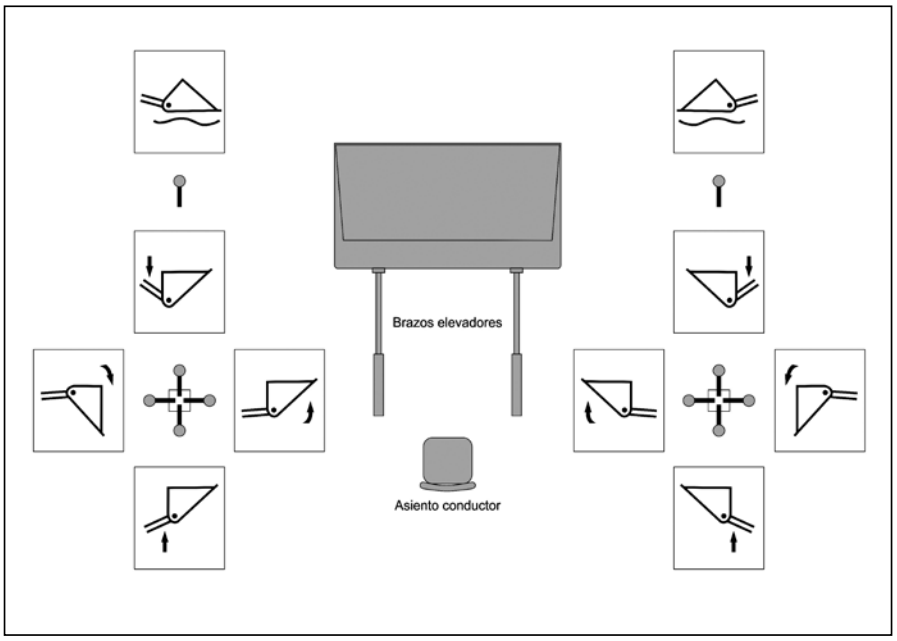


Figura 13: Señalización del órgano de mando de palanca única.

Los brazos elevadores deben disponer de puntos de elevación (por ejemplo, un gancho, un anillo, etc.) para su izado, convenientemente señalizados.

5. INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN

Manual de instrucciones

El apartado 7.1 de la norma UNE-EN 12525 recoge aquellos aspectos específicos que deben estar incluidos en el contenido del manual de instrucciones del cargador frontal.

Órganos de mando

a) Significado de los símbolos y el efecto de los movimientos del órgano de mando.
b) Información sobre el modo de funcionamiento de los órganos de mando del cargador frontal y de todos los órganos del tractor que se utilicen para controlar el cargador frontal.
c) Información referida al correcto funcionamiento del dispositivo de seguridad previsto para la protección frente a una bajada involuntaria de los brazos elevadores.

Circuito hidráulico

a) Información para la realización de la revisión a intervalos regulares del estado de las tuberías flexibles hidráulicas y de sus conexiones.
b) Información relativa a una posible sobrecarga del sistema hidráulico debido al acoplamiento de accesorios pesados (un porta-palés) o a la conducción sobre terreno accidentado (amortiguadores en los brazos).

Enganche de las herramientas

a) Información sobre las herramientas permitidas, su utilización y su enganche correcto en los brazos elevadores, destacando que estos puntos deben comprobarse antes de la utilización.
b) En caso de cargadores frontales que no están diseñados para llevar a cabo operaciones de elevación que requieran la presencia de una persona cerca de la carga cuando el cargador frontal está en posición elevada, la utilización prevista debe excluir el empleo del cargador frontal combinado con herramientas diseñadas para realizar tales operaciones de elevación.
c) Las operaciones de enganche y desenganche de las herramientas y de montaje y desmontaje de los brazos elevadores deben ser efectuadas exclusivamente por el conductor. Deben proporcionarse las instrucciones correspondientes.
d) La fijación correcta y segura de la herramienta en los brazos elevadores debe verificarse cada vez que el cargador frontal vaya a ser utilizado.
e) Instrucciones sobre el procedimiento para verificar el montaje correcto y seguro de la herramienta en los brazos elevadores cada vez que el cargador frontal sea utilizado.

Utilización del cargador frontal

a) Información referida a la estabilidad.
   – El conjunto tractor-cargador frontal debe estacionarse sobre un terreno resistente y horizontal, con los brazos de elevación bajados en su posición de transporte.
   – Información relativa a la estabilidad estática y dinámica e indicaciones para el contrapesado o el lastrado de las ruedas traseras.
   – Información relativa a la influencia del ancho de vía en la mejora de la estabilidad.
   – El aumento del riesgo de vuelco durante el desplazamiento cuando se lleva la carga en posición elevada.
   – La necesidad de desplazarse a una velocidad baja, limitando lo más posible la altura de la carga y manteniendo la máxima visibilidad. Indicaciones sobre la velocidad máxima admisible (por ejemplo, la norma UNE-EN 12525 establece una velocidad máxima de 10 km/h cuando la herramienta está cargada).
b) En relación al riesgo de caída de la carga sobre el conductor cuando se está desplazando en posición elevada, especialmente cuando se utilice el cargador frontal para levantar palés o pacas (cargas voluminosas) con la carga elevada por encima de la cabina del tractor, se debe hacer especial énfasis en los siguientes puntos:
   – La estructura de protección en caso de vuelco (ROPS) únicamente proporciona protección de manera parcial, sobre todo cuando se trata de un pórtico de dos postes.
   – La utilización de herramientas apropiadas, en función del trabajo a realizar, para impedir que la carga caiga sobre el puesto de conducción.
   – La necesidad de mantener alejada a toda persona de la zona de maniobra del cargador frontal cuando está elevando la carga.
   – La prohibición de que cualquier persona permanezca en las proximidades del cargador frontal durante los trabajos de carga (distancia de seguridad).
c) No se debe transportar ni elevar personas en la herramienta. Tampoco deben efectuarse trabajos desde la herramienta.
d) Debe evaluarse el riesgo de contacto involuntario con líneas eléctricas aéreas u otros obstáculos situados a baja altura.

Desmontaje y almacenamiento de los brazos elevadores

a) Los brazos elevadores, con o sin sus herramientas, cuando se desmontan del tractor, deben almacenarse sobre un suelo horizontal y resistente, utilizando los soportes suministrados por el fabricante.
b) Debe subrayarse la ubicación, señalización y empleo de los puntos de elevación previstos para alzar los brazos elevadores.

Marcado

En el cargador frontal deben estar fijados pictogramas de peligro y señales de seguridad que indiquen la prohibición de elevar o transportar personas y de utilizar el cargador frontal si se encuentran personas próximas a la zona de maniobra. Deben estar colocados en una posición fácilmente visible desde los laterales o desde el puesto de conducción.

Adicionalmente y en función del uso previsto, el cargador frontal debe incluir una de las siguientes advertencias:
a) Para el caso de cargadores frontales previstos para realizar operaciones de elevación que requieran la pre-

sencia de una persona cerca de la carga cuando el cargador frontal está en posición elevada, la advertencia debe indicar que el dispositivo de seguridad debe estar encendido o activado para evitar que esa persona sea aplastada por la carga.

b) Si el cargador frontal no está equipado con este dispositivo de seguridad, la advertencia debe indicar que el cargador frontal no debe utilizarse en las operaciones de elevación que requieran la presencia de una persona cerca de la carga cuando el cargador frontal está en posición elevada para evitar que esa persona sea aplastada por la carga.

BIBLIOGRAFÍA

Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas.

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).

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

UNE-EN 12525:2000+A2:2010
Maquinaria agrícola. Cargadores frontales. Seguridad.
AENOR.

ORTIZ-CAÑAVATE, J., 2003.
Las máquinas agrícolas y su aplicación.
Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

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

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL · inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.114

Niveladora. Seguridad

Bulldozers. Safety
Bouteur. Sécurité

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Esta NTP sustituye a la NTP 75 sobre bulldozer, y se ha realizado en base a la actualización de distintos aspectos técnicos y 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

Esta NTP sustituye y actualiza la NTP 75 y va dirigida a todos aquellos que tienen responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales especialmente las empresas dedicadas a la obra pública. La evolución técnica de estos equipos de trabajo en los últimos años motiva su elaboración; en la misma se describen los distintos tipos y características de las niveladoras, los riesgos y factores de riesgo y las medidas preventivas correspondientes. Complementariamente se describen otros aspectos igualmente importantes como son el mantenimiento y la formación de los operadores.

Sobre este mismo tema, se recomienda el contenido de la NTP 126 sobre “Maquinas para movimiento de tierras”.

2. DEFINICIÓN Y PARTES

Definición

Es un equipo de trabajo autopropulsado sobre cadenas o ruedas que sirve para cortar, desplazar y nivelar el material mediante el movimiento hacia adelante o equipado con un accesorio para ejercer una fuerza de empuje o de tracción. El equipo va montado sobre dos cadenas laterales o sobre dos ejes provistos de neumáticos, un chasis rígido o articulado y una hoja o pala de arrastre horizontal, perpendicular a su eje longitudinal, situada en su parte delantera. Ver figuras 1 y 2.

Tanto la niveladora de cadenas como la de ruedas, pueden incorporar distintos accesorios tanto en su parte frontal (por ejemplo: palas de arrastre o carga, rastrillos, etc.) como en la parte trasera (por ejemplo: escarificador o un dispositivo de remolque), en función de los tipos de trabajos a realizar. Ver figuras 3 y 4.

Partes

Las principales partes de una niveladora de cadenas se pueden ver en las figuras 5 y 6.

Figura 1. Niveladora de cadenas equipada con hoja o pala de arrastre y escarificador trasero

Figura 2. Niveladora de ruedas. Ejemplos

Figura 3. Ejemplos de tipos de accesorios frontales

Figura 4. Ejemplo de accesorio trasero. Detalle de un escarificador.

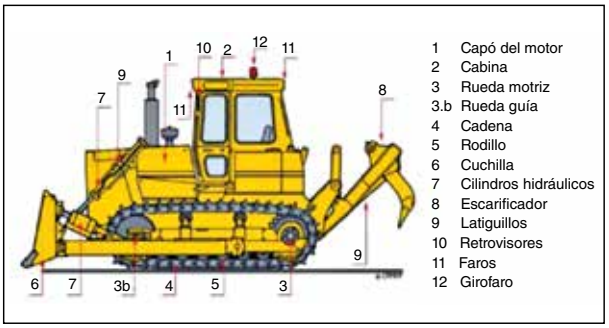


Figura 5. Partes principales de una niveladora de cadenas

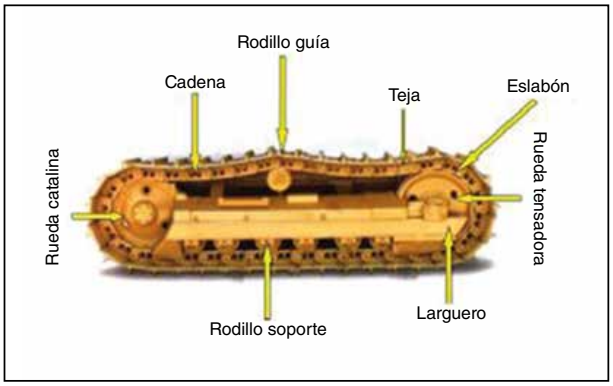


Figura 6. Detalle de las partes del equipo de tracción de una niveladora de cadenas

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos y factores de riesgo son los siguientes:

- Caídas a distinto nivel debidas a:
  - Subida o bajada del equipo de trabajo estando las patas o peldaños de acceso sucios de barro o deteriorados por golpes.
  - Subir o bajar por lugares no previstos.
  - Accesos desprotegidos.
- Atropellos de personas debidos a:
  - Falta de avisadores luminosos y/o acústicos que avisen de la presencia del equipo.
  - Cristales delanteros, traseros y/o espejos retrovisores sucios afectando a la visibilidad por parte del operador.
  - Presencia de trabajadores en las proximidades de la zona de trabajo del equipo.
  - Fallos de los órganos de control, frenos, etc., por falta de mantenimiento y/o revisiones periódicas.
  - Manejo del equipo deficiente por falta de formación del operador.
  - Trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, etc.) que afectan a la visibilidad.
  - Iluminación deficiente en el entorno de trabajo.
- Choques con otros equipos de trabajo debidos a:
  - Trabajo simultáneo y descoordinado de varios equipos de trabajo en zonas próximas entre sí, falta de señalización, etc.
  - Trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, etc.) afectando a la visibilidad.
  - Manejo del equipo deficiente por falta de formación suficiente del operador.
  - Fallos de los órganos de control, frenos, etc., por falta o deficiente mantenimiento y/o de revisiones periódicas.
- Vuelco del equipo debido a:
  - Realizar trabajos en superficies con pendiente superior a la máxima permitida por el fabricante.
  - Trabajar en las proximidades de un desmonte o talud de resistencia insuficiente.
  - Circular por barrizales o terrenos no compactos.
  - Las consecuencias del vuelco pueden agravarse si el conductor no utiliza el cinturón de seguridad y el equipo de trabajo no dispone de una estructura de protección contra vuelco ROPS (del inglés: *Roll Over Protection System*).
- Golpes en la cabeza u otras partes del cuerpo del operador debidos a:
  - Caída de cuerpos diversos sobre la cabina sin disponer de una estructura de protección frente a la penetración de objetos FOPS (del inglés: *Fallen Objects Protection Sytem*).
- Atrapamientos diversos debidos a:
  - Realizar trabajos de mantenimiento en elementos móviles de la propia máquina estando en marcha.
  - Elementos móviles accesibles desprotegidos.
- Contactos eléctricos debidos a:
  - Contacto accidental con líneas eléctricas aéreas o subterráneas en tensión.
  - Fallos en la instalación de protección eléctrica del propio equipo.
- Trauma sonoro debido a:
  - Niveles de ruido excesivos en el interior de la cabina no insonorizada.
- Intoxicación por humos de escape debido a:
  - Falta de mantenimiento adecuado de los sistemas de evacuación de los humos de combustión.
  - Cabina carente de aislamiento.
- Quemaduras diversas debidas a:
  - Incendio al manipular combustible, fumar al repostar, almacenar el combustible en el propio equipo.
  - Contacto con partes calientes en trabajos de mantenimiento o entrar en contacto con las mismas al descubierto.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección se desarrollan describiendo por un lado las características técnicas de seguridad y de equipamiento y por otro, las medidas de seguridad en base a los riesgos descritos.

Características técnicas de seguridad y de equipamiento

El asiento debe ser regulable ergonómicamente, con reposabrazos y estar provisto de un cinturón de seguridad o arnés. Complementariamente el asiento puede disponer de un sistema que desactive la máquina automáticamente cuando el operador abandona la cabina por cualquier motivo.

La cabina debe estar diseñada para que aísle contra el polvo, incluso el producido por el trabajo de la misma máquina, y que se puede introducir frecuentemente en los ojos, contra la pérdida auditiva debida al ruido de la máquina y contra el estrés térmico por calor. Actualmente existen cabinas de sobre presión que aíslan al operador del polvo y del ruido exterior. También deben ir equipadas con un sistema de climatización para hacer frente a las altas y bajas temperaturas.

La cabina debe tener una abertura principal de acceso y en un lateral distinto de la abertura principal otra salida alternativa que se pueda abrir sin necesidad de utilizar llaves o herramientas. Se puede considerar una abertura alternativa un cristal que se pueda romper con un martillo para romper cristales que debe estar en interior de la cabina; en este caso el cristal debe llevar una señalización de salida de emergencia de acuerdo con la norma UNE-EN 61310-1.

Las ventanillas deben llevar un equipo limpiaparabrisas y lavaparabrisas. Además la trasera debe incorporar un desescarchador.

Asimismo, debe incorporar un avisador luminoso de tipo rotatorio o destello y una señal acústica indicativa de marcha atrás.

Los controles y mandos deben ser perfectamente accesibles del tipo joysticks e intuitivos de forma que la dirección de los movimientos respondan a la del propio equipo.

Protecciones complementarias frente a los riesgos descritos

Caídas a distinto nivel

Las patas o peldaños de acceso al tractor deben estar limpios y en buen estado. En general el sistema de acceso a la cabina debe cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 2867. En modelos que dispongan de un acceso que combina una escala con una escalera de peldaños, todas las aberturas deben estar protegidas mediante barandillas de materiales rígidos y de una altura mínima de 1 m. Ver figura 2.

No acceder a la cabina o cualquier otra parte de equipo por zonas no previstas para ello.

Atropellos de personas

La niveladora debe ir provista de avisadores luminosos y/o acústicos que avisen de su presencia.

Los cristales delanteros y trasero, y en su caso los espejos retrovisores, deben limpiarse antes de cada jornada y siempre que se hayan ensuciado. Para ello tanto la ventanilla delantera como la trasera debe ir provista de equipo limpiaparabrisas, lavaparabrisas y adicionalmente en la trasera de desescarchador.

Se debe evitar la presencia de trabajadores caminando en las proximidades de la zona de trabajo del equipo.

El tractor debe someterse al mantenimiento y/o revisiones periódicas de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

El operador del tractor debe haber recibido la formación específica para el manejo del equipo.

No se debe trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, tormentas, etc.).

El entorno de trabajo debe estar iluminado adecuadamente si se debe trabajar en horas nocturnas o con poca luz natural.

Choques con otros equipos de trabajo

Siempre que deban trabajar simultáneamente varios equipos de trabajo en zonas próximas entre sí, los trabajos se deben coordinar para evitar las posibles interferencias entre los distintos equipos.

No se debe trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, tormentas, etc.).

El operador de la niveladora debe haber recibido la formación específica para el manejo del equipo.

La niveladora debe someterse al mantenimiento y/o revisiones periódicas de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

Vuelco del equipo

No se deben realizar trabajos en superficies con pendiente superior a las permitidas por el fabricante ni en las proximidades de un desmonte o talud de resistencia insuficiente.

El conductor debe utilizar un cinturón de seguridad con tres puntos de anclaje y el equipo de trabajo disponer de una estructura de protección contra vuelco (ROPS), de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3471.

Golpes en la cabeza u otras partes del cuerpo del operador

La cabina debe disponer de una estructura de protección contra la caída de objetos (FOPS), de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3449.

Atrapamientos

Realizar los trabajos de mantenimiento en elementos móviles de la propia máquina estando parada.

Los elementos móviles accesibles deben estar permanentemente protegidos mediante resguardos que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 3457.

Contactos eléctricos

Con carácter previo se debe comprobar si existen líneas eléctricas aéreas o enterradas en las proximidades de las zonas de trabajo previstas y planificar los trabajos en consecuencia.

El procedimiento a seguir para realizar trabajos en proximidad de líneas eléctricas es el siguiente:

Aunque este tipo de máquinas no está concebido para la elevación de materiales, cuando la distancia durante los trabajos sea o pueda ser menor de 5 m, se solicitará la desconexión de la línea mientras duren los trabajos.

Si la desconexión no es posible hay que adoptar las siguientes medidas:

- Señalizar y delimitar la zona de influencia de la línea.
- Mantener una **distancia de seguridad** según lo establecido en el Real Decreto 614/2001. Ver tabla 1.
- Si no es factible mantener la distancia de seguridad se debe proteger la línea mediante una pantalla de protección. Ver figura 7.

TENSIÓN NOMINAL	DISTANCIA MÍNIMA
Hasta 1 Kv	1 m
> 1 Kv hasta 110 Kv	3 m
> 110 Kv hasta 220 Kv	5 m
> 220 Kv hasta 380 Kv	5 m
Línea con tensión desconocida	5 m

Tabla 1. Distancias de seguridad

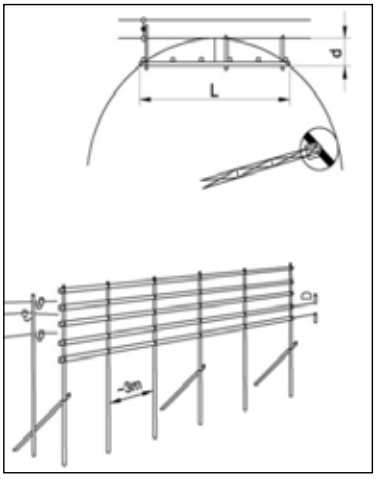


Figura 7. Distancias a líneas elécricas aéreas. Pantalla de protección.

siendo:

D: Distancia entre traviesas igual a 0,5 m

d: Distancia de pantalla a la línea eléctrica de 5 m si la tensión es superior o igual a 110 Kv y de 3 m si es menor.

Procedimiento en caso de contacto accidental

Si aun habiendo tomado las medidas preventivas indicadas, se produce un contacto o salto de corriente se debe actuar de la siguiente forma:

- Mantener la calma.
- El operador debe permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio, ya que en su interior no corre peligro de electrocución. No obstante si se viese absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultaneo entre ésta y tierra.
- Avisar a todas las personas implicadas, para que no se acerquen a las proximidades del equipo.

Si existen líneas eléctricas subterráneas, la norma de seguridad es la de trabajar con la tensión cortada o la línea desviada con carácter previo. En estos casos no se debe contemplar ni aplicar medidas para trabajar manteniendo las distancias de seguridad desarrolladas para las líneas aéreas.

Trauma sonoro

En general, se deberá tener en cuenta el contenido del Real Decreto 212/2002, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

En particular, la cabina debe estar diseñada de forma que reduzca lo máximo posible el ruido en su interior en base a la norma UNE-EN ISO 11688-1. Otras actuaciones sobre las fuentes de emisión de ruido podrían ser el cerramiento del motor y la instalación de silenciadores en los tubos de escape.

El conductor debe llevar protectores auditivos adecuados al tipo de ruido (espectro frecuencial) existente de acuerdo con el Real Decreto 286/2006 y la norma UNE-EN 458, siempre que la evaluación de riesgos así lo determine.

Intoxicación por humos de escape

El sistema de escape del motor debe expulsar los gases lejos del operador y de la entrada de aire al interior de la cabina.

Debe existir un programa de mantenimiento preventivo del equipo que contemple la revisión de todos los conductos relacionados con la evacuación de los humos de escape del motor.

Utilizar niveladoras en las que los valores límite de emisión de sus motores cumplan con la Directiva 97/68/CE y la Directiva 2004/26/CE.

5. NORMAS DE UTILIZACIÓN

Antes de iniciar los trabajos

- Localizar cables subterráneos, aéreos u otros sistemas de distribución y no iniciar los trabajos hasta que los riesgos derivados de su existencia no estén controlados.
- Definir y señalizar los recorridos por la obra para evitar colisiones o atropellos.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escalas de acceso.
- El operador tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar el sistema de acceso a la cabina.
- Subir y bajar únicamente por la escala prevista por el fabricante. Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al equipo.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- Comprobar que todos los dispositivos de la niveladora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, ruedas, etc.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos están en buen estado y situados en lugares visibles.
- Limpiar los retrovisores, parabrisas delantero y ventanillas laterales y traseras.
- Verificar la existencia de un extintor en la niveladora.

Durante los trabajos

- Girar el asiento en función del sentido de la marcha cuando el equipo disponga de esa función.

- Controlar el equipo únicamente desde el asiento del conductor.
- Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción del equipo.
- No utilizar como medio para transportar personas, excepto en el caso en que disponga de asientos previstos por el fabricante con este fin.
- No subir ni bajar con el equipo en movimiento.
- Utilizar siempre el sistema de retención previsto por el fabricante.
- En trabajos en zonas de servicios afectados, cuando no se disponga de una buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, se requerirá la colaboración de un señalista.
- Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.
- Si la visibilidad disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar a que cambien las condiciones.
- No bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.
- Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores de la misma.
- Circular por los recorridos definidos y señalados.
- Evitar desplazamientos por zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.
- Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es suficiente o que los gases se han extraído.
- La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.
- Siempre se ha de extraer el material de cara a la pendiente.
- En operaciones con traíllas, la velocidad máxima debe ser de 5 km/h.
- Deben adoptarse las medidas preventivas adecuadas para evitar que la niveladora caiga a las excavaciones o al agua.
- Regar regularmente las zonas de paso para evitar la emisión de polvo.
- Nunca se debe dejar la niveladora con el motor en marcha.

Al finalizar los trabajos

- Durante el llenado del depósito de combustible se debe:
  - Parar el motor.
  - No fumar.
  - No utilizar el teléfono móvil.
  - Utilizar guantes de protección.
  - Abrir la tapa limpiando el orificio de impurezas para que no entren en el mismo.
  - Llenar completamente el depósito evitando que rebose.
  - Al finalizar cerrar el depósito de combustible.
- Estacionar el equipo:
  - Fuera de la zona de trabajo o de las vías de circulación en terreno horizontal.
  - En zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m de los bordes de coronación). Hay que activar los frenos si dispone de neumáticos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería, cerrar la cabina y el compartimento del motor y apoyar la pala en el suelo.
  - Si se estaciona en pendiente se debe situar perpendicularmente a la pendiente, comprobando que el suelo sea estable y no exista riesgo de deslizamiento.
  - Situarlo de forma que la salida sea marcha adelante.

6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

En las operaciones de conducción o en trabajos auxiliares en el exterior de la niveladora se deben llevar en función del resultado de la evaluación de riesgos puede ser necesaria la utilización de los siguientes EPI:

- Casco de seguridad cuando se esté fuera de la cabina de la máquina.
- Protectores auditivos: tapones o auriculares.
- Mascarilla.
- Guantes contra agresiones mecánicas en tareas de mantenimiento.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Ropa y accesorios de señalización fuera de la máquina.

7. MANTENIMIENTO. REVISIONES

Mantenimiento

El mantenimiento adecuado de todo equipo industrial tiene como consecuencia directa una considerable reducción de averías, lo cual a su vez hace disminuir en la misma proporción la probabilidad de que se produzcan accidentes provocados por aquellas. Tiene por ello gran importancia realizar el mantenimiento preventivo tanto del propio equipo como de los elementos auxiliares de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

En los trabajos de mantenimiento se deben seguir las siguientes normas de seguridad:

- No utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, de acuerdo con lo establecido en la evaluación de riesgos.
- Estacionar la máquina en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.
- Efectuar las tareas de reparación con el motor parado y el equipo estacionado.

Las verificaciones y operaciones de mantenimiento deben realizarse periódicamente según lo indicado en el manual de instrucciones del fabricante. Adicionalmente se debe realizar una revisión visual antes de cada jornada de trabajo.

Revisiones

Las niveladoras deben ser revisadas anualmente en base a lo que en este sentido indique el manual de instrucciones**.** Los resultados de las mismas deben ser registrados.

8. FORMACIÓN

El operador de la niveladora debe tener:

- Formación de acuerdo con el convenio colectivo al que pertenezca, en caso de que éste lo regule.
- Formación para la capacitación, de acuerdo con el Real Decreto 1215/1997.
- Formación de acuerdo con el art. 19 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales (PRL), correspondientes al puesto de trabajo y a los riesgos evaluados de la obra donde se va a desarrollar la actividad.

Cuando esta máquina circule únicamente por una obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el Real Decreto 1215/1997, artículo 5, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.

9. REQUISITOS DE INFORMACIÓN PARA EL USUARIO

Las niveladoras deben disponer de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones. Las máquinas comercializadas y/o puestas en servicio por primera vez en la Unión Europea antes del 1 de enero de 1995 (no sujetas a Marcado CE ni a la Declaración CE de Conformidad), deben cumplir la reglamentación aplicable en la fecha en que se comercializaron y/o pusieron en servicio. Si las disposiciones correspondientes no existen o son menos exigentes que las disposiciones mínimas del Anexo I del Real Decreto 1215/1997, la máquina debe ser adecuada para que sea conforme a estas últimas disposiciones. Se debe indicar que la adecuación al Real Decreto 1215/1997 implica la redacción de un manual de uso para aquellas máquinas que no tengan manual de instrucciones.

BIBLIOGRAFÍA

Legal

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, por el que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. (BOE. 10.XI.1995).

Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas en la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE. 7.VIII.1997).

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. (BOE. 21.VI.2001).

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. 11.X.2008).

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 (BOE. 12.VI.1997).

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. (BOE. 28.XII.1992).

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (BOE. 11.III.2006).

Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. (BOE. 1.III.2002).

Directiva 97/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera.

Técnica

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Edición 2011**.** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

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

UNE-EN ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. **AENOR.**

UNE-EN 397:2012+A1:2012. Industrial safety helmets. **AENOR.**

UNE-EN 458:2016. Hearing protectors - Recommendations for selection, use, care and maintenance - Guidance document. **AENOR.**

UNE-EN 60204-1:2007/A1:2009. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. **AENOR.**

UNE-EN 474-1:2007+A4:2013/AC:2014. Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales. **AENOR.**

UNE-EN 474-2:2007+A1:2008. Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 2: Requisitos para tractores. **AENOR.**

UNE-EN 61310-1:2008. Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles. **AENOR.**

UNE-EN ISO 2867:2012. Maquinaria para movimiento de tierras. Sistemas de acceso. **AENOR.**

UNE-EN ISO 3471:2009. Maquinaria para movimiento de tierras. Estructuras de protección contra el vuelco. Ensayos de laboratorio y requisitos de comportamiento. **AENOR.**

UNE-EN ISO 3449:2008. Maquinaria para movimiento de tierras. Estructuras de protección contra la caída de objetos. Ensayos de laboratorio y requisitos de comportamiento. **AENOR.**

UNE-EN ISO 3457:2008. Maquinaria de movimiento de tierras. Resguardos. Definiciones y requisitos. **AENOR.**

UNE-EN ISO 11688-1:2010. Acústica. Práctica recomendada para el diseño de máquinas y equipos de bajo nivel de ruido. Parte 1: Planificación. **AENOR**.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.115

Pala cargadora: seguridad

Loader. Safety
Chargeuse. Sécurité.

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Esta NTP sustituye a la NTP 79, y se ha elaborado en base a la actualización de distintos aspectos técnicos y de seguridad que han experimentado una gran evolución desde su publicación.

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 NTP describe los distintos tipos y características de las palas cargadoras utilizadas para realizar operaciones de carga o excavación de tierras, los riesgos y factores de riesgo asociados a su utilización y las medidas preventivas correspondientes. Complementariamente se tratan otros aspectos importantes como son el mantenimiento de los equipos y la formación de los operadores.

2. DEFINICIÓN. CLASIFICACIÓN. PARTES. EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS

Definición

La pala cargadora es un equipo de trabajo autopropulsado sobre orugas o neumáticos; va equipada de una cuchara en la parte frontal cuyo movimiento de elevación se logra mediante dos brazos laterales articulados y sirve para realizar operaciones de manutención y carga de todo tipo de materiales mediante movimientos de la máquina hacia adelante. Está provista de una cuchara frontal que le permite realizar trabajos de excavación en terreno llano, desmonte de terrenos blandos, ripado de líneas férreas, extendido y nivelación de superficies, limpieza del terreno, etc. Ver figuras 1 y 2.

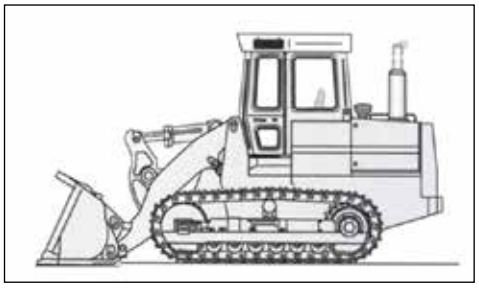


Figura 1. Pala cargadora sobre orugas

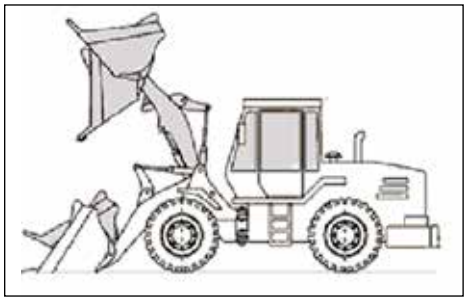


Figura 2. Pala cargadora sobre ruedas

Clasificación según el sistema de dirección

Según el sistema de dirección, podemos hacer la siguiente clasificación:

- Palas cargadoras sobre ruedas. Sistemas de dirección
  - Ruedas traseras o delanteras.
  - Tracción integral (4 ruedas).
  - Dirección en el chasis articulado.
- Palas cargadoras sobre orugas. Sistemas de dirección
  - Por deslizamiento de ambas orugas.
  - Movimiento independiente de cada uno de los lados de las orugas.

Partes

Las partes principales de una pala cargadora de ruedas se pueden ver en la figura 3.

Equipamiento y accesorios

El equipamiento de las palas cargadoras descritas, consiste en unos brazos cargadores, bielas de transmisión articuladas y de una cuchara de carga que presentan pequeñas diferencias según se muevan mediante ruedas u orugas. Ver figura 4.

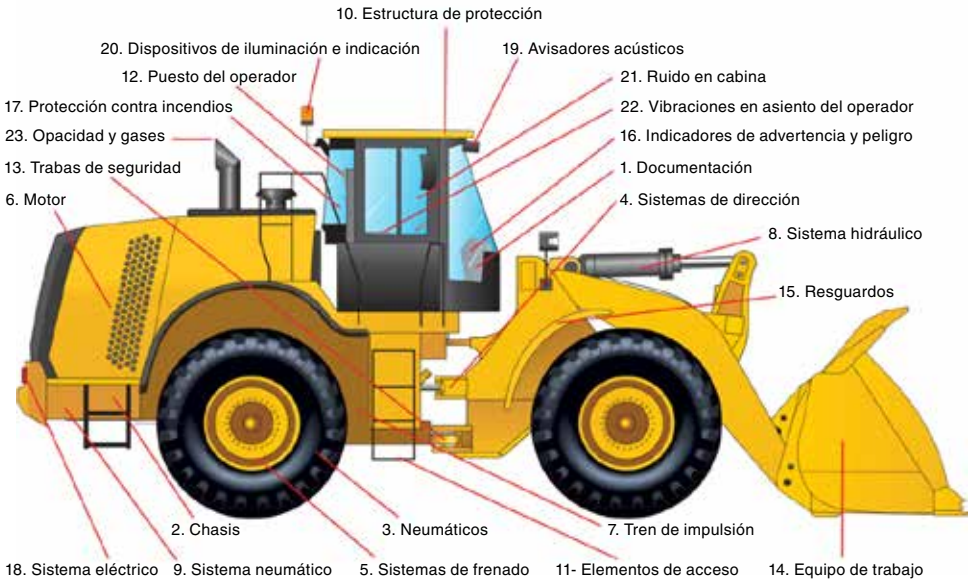


Figura 3. Partes principales de una pala cargadora sobre ruedas

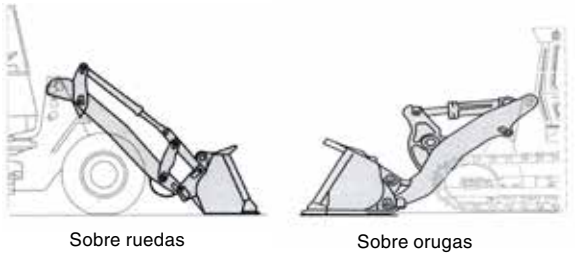


Figura 4. Equipamiento de la pala cargadora. Detalles de los brazos, bielas y cuchara

Los accesorios son herramientas que se incorporan al equipo para realizar diferentes trabajos. Se pueden distinguir los siguientes:

- Diferentes tipos de cucharas que no modifican la función básica del equipo. Ver figura 5.
- Equipos intercambiables tales como: horquillas para paletas, lamas quitanieves o niveladoras, pinzas industriales, desbrozadoras, etc., que modifican la función base del equipo. Ver figura 6.

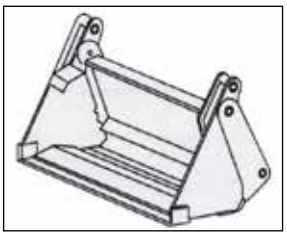


Figura 5. Cuchara multiusos

3. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Caídas a distinto nivel debido a:

- Subida o bajada del equipo de trabajo estando las patas o peldaños de acceso sucios de barro o deteriorados por golpes.
- Subir o bajar por lugares no previstos.
- Utilizar la cuchara para la elevación de personas como medio de acceso a zonas altas o para realizar algún tipo de trabajo desde la misma.

Atropellos de personas debidos a:

- Falta de avisadores luminosos y/o acústicos que avisen de la presencia del equipo.
- Cristales delanteros, traseros y espejos retrovisores sucios afectando a la visibilidad por parte del operador.
- Presencia de trabajadores en las proximidades de la zona de trabajo del equipo.
- Fallos de los órganos de control, frenos, etc., por falta de mantenimiento y/o revisiones periódicas.
- Manejo deficiente del equipo por falta de formación del operador.
- Trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, etc.) que afectan a la visibilidad.
- Iluminación deficiente en el entorno de trabajo.

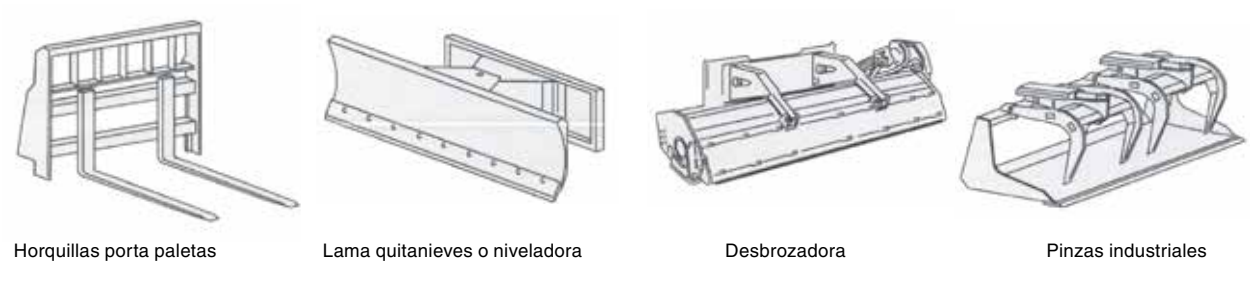


Figura 6. Equipos intercambiables

Choques con otros equipos de trabajo debidos a:

- Trabajo simultáneo y descoordinado de varios equipos de trabajo en zonas próximas entre sí.
- Trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, etc.) que afecten a su visibilidad.
- Manejo del equipo deficiente por falta de formación suficiente del operador.
- Fallos de los órganos de control, frenos, etc., por falta de mantenimiento y/o revisiones periódicas.

Vuelco del equipo debido a:

- Realizar trabajos en superficies con pendiente superior a las permitidas por el fabricante.
- Trabajar en las proximidades de un desmonte o talud de resistencia insuficiente.
- Circular por barrizales o terrenos no compactos.
- Las consecuencias del vuelco del equipo pueden agravarse si la cabina no dispone de una estructura de protección contra vuelco (ROPS) y el conductor no usa un arnés de seguridad.

Golpes por caída de objetos diversos debidos a:

- Retirada de materiales diversos en trabajos de demolición o subterráneos estando la cabina desprotegida o con una protección inadecuada.
- Utilizar la pala para transportar cargas no paletizadas (tubos, bidones, etc.) sin utilizar el implemento específico para realizar dichas operaciones o utilizando la cuchara sin adoptar las medidas de fijación adecuadas, sobresalir de los límites de la misma, circular a velocidad excesiva, etc.

Atrapamientos diversos debidos a:

- Realizar trabajos de mantenimiento en elementos móviles de la propia máquina estando en marcha.
- Elementos móviles accesibles desprotegidos tales como las partes externas de los brazos de elevación.

Contactos eléctricos debidos a:

- Contacto accidental con líneas eléctricas aéreas o subterráneas en tensión.
- Fallos en la instalación de protección eléctrica del propio equipo.

Trauma sonoro debido a:

- Emisión de un nivel de ruido superior al legalmente permitido según el Real Decreto 212/2002.
- Cabina sin aislamiento sonoro.

Intoxicación por humos de escape

- Humos de combustión expulsados cerca del operador y/o por la entrada de aire contaminado a la cabina.
- Falta de mantenimiento adecuado de los sistema de evacuación de los humos de combustión.
- Cabina carente de aislamiento.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección se desarrollan en base a las características de seguridad técnicas y de equipamiento, frente a los riesgos descritos y los sistemas de protección colectiva.

Características de seguridad técnicas y de equipamiento

Las palas cargadoras deben disponer de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones. Las máquinas comercializadas y/o puestas en servicio por primera vez en la Unión Europea antes del 1 de enero de 1995 (no sujetas a Marcado CE ni a la Declaración CE de Conformidad), deben cumplir la reglamentación aplicable en la fecha en que se comercializaron y/o pusieron en servicio. Si las disposiciones correspondientes no existen o son menos exigentes que las disposiciones mínimas del Anexo I del Real Decreto 1215/1997, la máquina debe ser adecuada para que sea conforme a estas últimas disposiciones. Se debe indicar que la adecuación al Real Decreto 1215/1997 implica la redacción de un manual de uso para aquellas máquinas que no tengan manual de instrucciones.

El asiento debe ser regulable ergonómicamente, con reposabrazos y estar provisto de un cinturón de seguridad de tres puntos de sujeción o arnés. Complementariamente el asiento puede disponer de un sistema que desactive la máquina automáticamente cuando el operador abandona la cabina por cualquier motivo.

En las palas cargadoras de acceso frontal, las dimensiones del acceso principal deben tener las siguientes dimensiones mínimas:

- Altura 875 mm
- Anchura 550 mm

Asimismo en un lateral distinto de la abertura principal, deben disponer de otra salida alternativa (salida de emergencia) que se pueda abrir sin necesidad de utilizar llaves o herramientas. Se puede considerar una abertura alternativa un cristal que se pueda romper con un martillo específico para romper cristales que debe estar en el interior de la cabina; en este caso el cristal debe llevar una señalización de salida de emergencia de acuerdo con la norma UNE-EN 61310-1.

Las dimensiones mínimas de la abertura para la salida de emergencia deben ser un rectángulo de 380 mm x 550 mm, según lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2867.

Los fabricantes de las palas cargadoras así como los de los accesorios deben proporcionar mediante sus correspondientes manuales de instrucciones la siguiente información específica según los casos:

- Accesorios a los que se pueden acoplar sus modelos de cargadora (para fabricantes de cargadoras)
- Modelos de cargadoras a los que se pueden acoplar sus accesorios (para fabricantes de accesorios)
- Posibilidad de acoplar y utilizar los equipos intercambiables.
- Descripción de los puntos y medios de fijación sobre el equipo base.
- Forma de realizar el montaje y, en su caso, las contraindicaciones de uso.

Medidas específicas frente a los riesgos descritos

Caídas a distinto nivel

Las patas o peldaños de acceso al tractor deben estar limpios y en buen estado. En general el sistema de acceso a la cabina debe cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 2867.

Las palas cargadoras en su calidad de un equipo exclusivamente diseñado para realizar trabajos de movimiento de tierras, no puede ser utilizado para elevar personas, para acceder a un determinado lugar ni para realizar trabajos estando situado el trabajador sobre la cuchara o pala.

En relación a la utilización de la cuchara para subir a personas y realizar algún tipo de trabajo, el Real Decreto 1215/1997 indica en su Anexo II, apartado 3, lo siguiente:

"La elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto. No obstante, cuando con ***carácter excepcional*** *hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y disponer de una vigilancia adecuada. Durante la permanencia de trabajadores en equipos de trabajo destinados a levantar cargas el puesto de mando deberá estar ocupado permanentemente. Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro y deberá estar prevista su evacuación en caso de peligro"*

Los comentarios de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo correspondientes a dicho apartado y el Apéndice N de la misma Guía profundizan en este aspecto, dando información sobre cuando una determinada operación puede ser considerada como excepcional.

Con independencia de la obligación general de realizar una evaluación de riesgos, establecida por la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), capítulo III, y por el Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP). capítulos I y II, el citado real decreto, en su Anexo II.1.3, segundo párrafo establece lo siguiente:

"Los equipos de trabajo sólo podrán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones no consideradas por el fabricante si previamente se ha realizado una evaluación de riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control".

Es en esta evaluación de riesgos en la que se deberá justificar la necesidad de utilizar la cuchara para la elevación de personas, en lugar de un equipo específico para realizar dicha función, y siempre que no esté expresamente prohibido por el fabricante (en cuyo caso no podría aplicarse ninguna excepcionalidad**)**. Además se describirán las medidas complementarias que se van a aplicar en la operación, que engloban la adopción de medidas preventivas, procedimientos de trabajo y la supervisión por persona competente.

Complementariamente, indicar que la necesidad de presencia de recurso preventivo en determinadas actividades se recoge en el artículo 32 bis de la LPRL y se desarrolla y concreta en el artículo 22 bis del RSP con sus respectivas modificaciones. Dada la finalidad que persigue la presencia del recurso preventivo (artículo 22 bis punto 4 del RSP), esta figura, en los supuestos en que tal presencia sea preceptiva, debería aunar y asumir todos aquellos aspectos de supervisión y vigilancia de la correcta ejecución de las operaciones de carácter excepcional que se puedan llevar a cabo.

Atropellos de personas

Las cargadoras deben ir provistas de avisadores luminosos y/o acústicos que avisen de su presencia.

Los cristales delanteros y/o traseros, y en su caso los espejos retrovisores, deben limpiarse antes de cada jornada y siempre que se hayan ensuciado. Para ello tanto la ventanilla delantera como la trasera debe ir provista de equipo limpiaparabrisas, lavaparabrisas y adicionalmente en la trasera de desescarchador.

Se debe evitar la presencia de trabajadores a pie en las proximidades de la zona de trabajo del equipo.

Las cargadoras deben someterse al mantenimiento y/o revisiones periódicas de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

El operador de la cargadora debe haber recibido la formación específica para el manejo del equipo.

No se debe trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, tormentas, etc.).

El entorno de trabajo debe estar iluminado adecuadamente si se debe trabajar en horas nocturnas o con poca luz natural.

Choques con otros equipos de trabajo

Siempre que deban trabajar simultáneamente varios equipos de trabajo en zonas próximas entre sí los trabajos se deben coordinar para evitar las posibles interferencias entre los distintos equipos.

El equipo debe ir provisto de un avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y de un dispositivo acústico de marcha atrás.

No se debe trabajar en condiciones meteorológicas adversas (lluvia intensa, niebla, tormentas, etc.).

El operador del tractor debe haber recibido la formación específica para el manejo del equipo.

La pala cargadora debe someterse al mantenimiento y/o revisiones periódicas de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

Vuelco del equipo

En general se debe aplicar las indicaciones relativas a la estabilidad recogidas en la norma UNE-EN 474-3, principalmente en lo relativo a las capacidades nominales como porcentaje de la carga de vuelco en función del tipo de implemento utilizado (horquillas, cuchara, etc.), condiciones del suelo y tipo de tracción utilizada (sobre ruedas o sobre cadenas). En este sentido el fabricante debe proporcionar información relativa a la carga nominal de operación según cada tipo de implemento (cuchara, horquillas, pinzas, etc.) o manipulación (cargas unitarias pesadas, materiales en general, troncos, etc.).

No se deben realizar trabajos en superficies con pendiente superior a las permitidas por el fabricante ni en las proximidades de un desmonte o talud de resistencia insuficiente.

El conductor debe utilizar un cinturón de seguridad con tres puntos de anclaje o un arnés de seguridad y el equipo de trabajo disponer de una estructura de protección contra vuelco (ROPS), de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3471.

Golpes por caída de objetos diversos

La cabina debe disponer de una estructura de protección (FOPS), de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3449.

En el caso de tener que utilizar la pala cargadora para transportar cargas no paletizadas (tubos, bidones, etc.) se debe acoplar el implemento específico para realizar dichas operaciones o utilizando la cuchara adoptando las medidas de fijación adecuadas, no sobresalir de los límites de la misma, circular a velocidad reducida, etc.

Atrapamientos

Realizar los trabajos de mantenimiento en elementos móviles de la propia máquina estando parada.

Instalar protecciones laterales que eviten que el operador pueda ser atrapado entre la parte externa de los brazos de elevación y las partes fijas de la máquina.

Los elementos móviles accesibles deben estar permanentemente protegidos mediante resguardos que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 3457 relativos a las aberturas máximas. Para los miembros inferiores, las protecciones requeridas en la zona de alcance deben ser conformes con la norma UNE-EN ISO 6682, con una altura mínima de 200 mm desde la plataforma del suelo.

Contactos eléctricos

Comprobar si existen líneas eléctricas aéreas o enterradas en las proximidades de las zonas de trabajo previstas y planificar los trabajos en consecuencia, realizando la preceptiva evaluación de riesgos y la consecuente actividad preventiva, que debe integrarse en la organización del propio trabajo.

El trabajo en las proximidades de líneas eléctricas es muy peligroso debido a que se puede entrar accidentalmente, en la zona de influencia de la línea y provocar un accidente.

Líneas eléctricas aéreas

La primera medida a tomar es **solicitar la desconexión** de la línea mientras duren los trabajos, cuando la distancia durante los trabajos sea o pueda ser menor de 5 m. Si la desconexión no es posible, se deben adoptar las siguientes medidas:

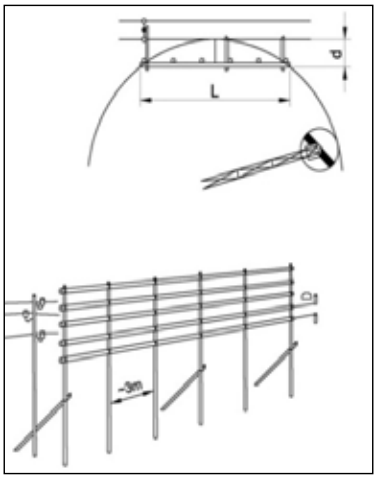
- Señalizar y delimitar la zona de influencia de la línea.
- Mantener una **distancia de seguridad** según lo establecido en el Real Decreto 614/2001. Ver tabla 1.
- Si no es factible mantener la distancia de seguridad se debe proteger la línea mediante una pantalla de protección. Ver figura 7.

TENSIÓN NOMINAL	DISTANCIA MÍNIMA
Hasta 1 Kv	1 m
> 1 Kv hasta 110 Kv	3 m
> 110 Kv hasta 220 Kv	4 m
> 220 Kv hasta 380 Kv	5 m
Línea con tensión desconocida	5 m

Tabla 1. Distancias de seguridad

Líneas eléctricas subterráneas

Al igual que para las líneas eléctricas aéreas, la primera medida a tomar es **solicitar la desconexión** de la línea mientras duren los trabajos. En el caso de que no se pueda desconectar la tensión, la evaluación de riesgos requerirá conocer que tipo de instalaciones existen, la tensión nominal de las mismas y su trazado, para adoptar las medidas preventivas específicas correspondientes. Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se recomienda no llegar a menos de 1 m del cable. A partir de esa distancia es



D: Distancia entre traviesas igual a 0,5 m
d: Distancia de pantalla a la línea eléctrica de 5 m si la tensión es superior o igual a 50 Kv y de 3 m si es menor.

Figura 7. Pantalla de protección. Distancias a líneas eléctricas aéreas.

conveniente utilizar martillos neumáticos hasta 0,50 m de la línea y finalizar los trabajos con la ayuda de herramientas manuales para reducir el riesgo de perforar el cable.

Si aun habiendo tomado las medidas preventivas indicadas, se produce un contacto o salto de corriente se debe actuar de la siguiente forma:

- Mantener la calma.
- No abandonar la cabina del operador. Como norma de seguridad el operador debe permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio, ya que en su interior no corre peligro de electrocución. No obstante si se viese absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultaneo entre ésta y tierra.
- Avisar a todas las personas implicadas, para que no se acerquen a las proximidades del equipo.

Trauma sonoro

La cabina debe estar diseñada de forma que reduzca lo máximo posible el ruido en su interior en base a la norma UNE-EN ISO 11688-1. Asimismo se puede actuar sobre las fuentes de emisión de ruido tales como el cerramiento del motor y la instalación de silenciadores en los tubos de escape, de acuerdo con lo indicado en el Real Decreto 212/2002 por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno de determinadas máquinas de uso al aire libre.

El conductor debe llevar protectores auditivos adecuados al tipo de ruido (espectro frecuencial) existente de acuerdo con el Real Decreto 286/2006 y la norma UNE-EN 458, siempre que la evaluación de riesgos así lo determine.

Intoxicación por humos de escape

El sistema de escape del motor debe expulsar los gases lejos del operador y de la entrada de aire al interior de la cabina.

Debe existir un programa de mantenimiento preventivo del equipo que contemple la revisión de todos los conductos relacionados con la evacuación de los humos de escape del motor.

La cabina debe estar aislada frente a la entrada de los humos de combustión.

5. NORMAS SEGURIDAD EN LA UTILIZACIÓN

Las normas de seguridad en la utilización se desglosan en tres fases correspondientes a antes, durante y al finalizar los trabajos.

Antes de iniciar los trabajos:

- Comprobar que todos los dispositivos responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, dirección, cambio, luces, avisadores, cadenas (tensión), ruedas (presión), etc.
- Verificar los niveles de aceite del motor, líquido refrigerante, aceite hidráulico y nivel de combustible.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos están en buen estado y situados en lugares visibles.
- Limpiar los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Comprobar la posible existencia de cables subterráneos, aéreos u otros sistemas de distribución y no iniciar los trabajos hasta que los riesgos derivados de su existencia no estén controlados.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar el sistema de acceso a la cabina.
- Subir y bajar únicamente por la escalera prevista por el fabricante. Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al equipo utilizando los asideros en su caso.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.
- Verificar la existencia de un extintor adecuado y revisado.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.

Durante los trabajos:

- Girar el asiento en función del sentido de la marcha cuando la pala cargadora disponga de un asiento giratorio.
- Evitar realizar maniobras bruscas.
- No subir o bajar del equipo mientras se circula incluso cuando se circule a muy baja velocidad.
- No transportar pasajeros a no ser que exista un asiento suplementario perfectamente acondicionado para su uso.
- Las maniobras marcha atrás deben realizarse a baja velocidad estando pendiente siempre de la posibilidad de que alguien se encuentre en los ángulos muertos.
- Verificar que la resistencia del suelo es suficiente para resistir el peso del equipo.
- No sobrecargar la cuchara sobre todo en caso de materiales tales como rocas o similares que pueden superar la capacidad nominal de carga admisible y provocar que bascule el equipo hacia adelante. Hay que tener en cuenta que la capacidad nominal recogida en el manual de instrucciones del fabricante, se refiere cuando el equipo está nivelado y sobre terreno firme. También hay que tener en cuenta que cuando se incorporan implementos la capacidad nominal de carga puede variar y hay que consultar el valor correspondiente en el manual de instrucciones.
- Circular con la pala cercana al suelo, facilitando la estabilidad y la visibilidad.
- Los trabajos de retirada de materiales se deben realizar con seguridad debiendo tener en cuenta:
  - Equilibrar siempre la carga retirada sobre la pala.
  - Subir y bajar la carga con suavidad.
  - En el transporte estar siempre pendiente de la posible existencia de trabajadores en la zona.
  - En operaciones con poca visibilidad se debe tener la ayuda de otro operario que ayude a realizarlas.
  - Respetar las normas de circulación y de señalización previstas en la obra.
  - No circular en las proximidades de taludes, zanjas, etc.
  - En pendientes y cargados, se debe subir marcha adelante y bajar marcha atrás. Nunca se debe circular a través en pendientes.
  - Descargar sobre la caja del camión evitando hacerlo cerca de su cabina.
  - No introducir la pala debajo de la caja de un camión o de cualquier otro equipo de trabajo.
  - Adaptar la velocidad al estado de la vía de circulación.
  - No utilizar nunca la cuchara para frenar.
  - Evitar que se deslicen los neumáticos que facilita además, el desgaste prematuro de los mismos.

Al finalizar los trabajos:

- Estacionar el equipo fuera de las zonas de trabajo, vías de circulación, etc., sobre una superficie plana y si se tiene que dejar en una pendiente se debe situar perpendicularmente a la línea de máxima pendiente.
- Parar el motor y accionar el freno de estacionamiento.
- Descender del equipo de cara al mismo utilizando los asideros y evitando saltar.
- No fumar y ponerse guantes de protección durante el llenado del depósito de combustible.
- Rellenar el depósito de combustible para evitar que se formen en su interior agua de condensación.

6. FORMACIÓN DEL OPERADOR

El operador, debe tener, de forma general formación en prevención de riesgos, según lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención.

La formación que debe recibir el operador, debería contemplar tres aspectos:

- Formación de acuerdo con el convenio al que pertenezca, en caso de que éste regule la misma.
- Formación para la capacitación, de acuerdo con el Real Decreto 1215/1997.
- Formación de acuerdo con el artículo 19 del LPRL (puesto de trabajo y riesgos existentes en la obra en la que se va a desarrollar la actividad).

Para el sector de la construcción, cuando esta máquina circule por una obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el Real Decreto 1215/1997, artículo 5, el VI Convenio colectivo del sector de la Construcción en su Capítulo III y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.

Para el sector de la minería, la formación para los operadores de maquinaria diversa de movimiento de tierras, está regulada mediante lo siguiente:

Orden ITC/1316/2008, de 7 de mayo, por la que se aprueba la ITC 02.1.02 «Formación preventiva para el

desempeño del puesto de trabajo», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Resolución de 9 de junio de 2008, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se aprueba la especificación técnica Nº 2001-1-08 «Formación preventiva para el desempeño del puesto de operador de maquinaria de arranque/carga/viales, pala cargadora y excavadora hidráulica de cadenas, en actividades extractivas de exterior» de la citada ITC 02.1.02.

Las maniobras de las palas cargadoras conllevan grandes responsabilidades, por lo que solamente deben confiarse a personas capaces, exentas de contraindicaciones físicas (limitación de las capacidades visuales y auditivas, tendencia al vértigo, impedimentos físicos de otra naturaleza, etc.), dotadas de rapidez de decisión y de reacción y que posean los conocimientos técnicos precisos. En este sentido, el Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, define al operador de equipos de trabajo como *"el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo"* y en su Anexo II, apartado 2.1 requiere que *"la conducción de equipos de trabajo automotores estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una formación específica para la conducción segura de estos equipos de trabajo"*. La función del operador en el manejo de las palas cargadoras es primordial y por ello **deberán ser personas con las aptitudes psicofísicas y sensoriales adecuadas**, que hayan recibido la formación suficiente para que sean competentes en este trabajo, que hayan sido autorizados específicamente por el empresario para este fin y que exista constancia y registro tanto de la autorización como de la formación recibida.

7. MANTENIMIENTO

El mantenimiento adecuado de todo equipo industrial tiene como consecuencia directa una considerable reducción de averías, lo cual a su vez hace disminuir en la misma proporción la probabilidad de que se produzcan accidentes provocados por aquellas. Tiene por ello gran importancia realizar el mantenimiento preventivo tanto del propio equipo como de los elementos auxiliares de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

En los trabajos de mantenimiento se deben seguir las siguientes normas de seguridad:

- No utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección individual adecuados.
- Estacionar la máquina en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutro, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.
- Efectuar las tareas de reparación con el motor parado y el equipo estacionado.

Las verificaciones y operaciones de mantenimiento deben realizarse periódicamente según lo indicado en el manual de instrucciones del fabricante. Adicionalmente se debe realizar una revisión visual antes de cada jornada de trabajo.

8. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Para la prevención de accidentes en las maniobras con la cargadora, además de los dispositivos de seguridad y medidas preventivas descritas, se podrán utilizar, en función los resultados de la evaluación de riesgos, los siguientes equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo adecuada.
- Casco de seguridad.
- Pantallas faciales.
- Auriculares, cascos anti ruido o similares.
- Botas de seguridad con refuerzos metálicos, adecuadas para poder accionar los distintos pedales con seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Chalecos o ropa de alta visibilidad.

En la utilización de todos los EPI indicados se deberá cumplir con lo indicado en el RD. 773/1997, relativo a la selección y utilización de los Equipos de Protección Individual y el Real Decreto 1407/1992, sobre comercialización. A partir del 21 de abril de 2018 se aplica el Reglamento UE 2016/425.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas en la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE. 7.VIII.1997).

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. (BOE. 21.VI.2001).

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. 11.X.2008).

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 (BOE. 12.VI.1997).

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. (BOE. 28.XII.1992).

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.

Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. (BOE. 01.III.2002).

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Edición 2011. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

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

UNE-EN ISO 13849-1:2016. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. AENOR.

UNE-EN ISO 6165:2012. Maquinaria de movimiento de tierras. Tipos básicos. Identificación, términos y definiciones. AENOR.

UNE-EN 60204-1:2007/A1:2009. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. AENOR.

UNE-EN 474-1:2007+A4:2013/AC:2014. Maquinaria para el movimiento de tierras. Seguridad. Requisitos generales. AENOR.

UNE-EN 474-3:2007+A1:2009. Maquinaria para el movimiento de tierras. Seguridad. Parte 3: Requisitos para cargadoras. AENOR.

UNE-EN 12525:2000+A2:2010. Maquinaria agrícola. Cargadores frontales. Seguridad. AENOR.

UNE-EN ISO 3471:2009. Maquinaria para el movimiento de tierras. Estructuras de protección contra vuelco. Ensayos de laboratorio y requisitos de comportamiento. AENOR.

UNE-EN ISO 3449:2008. Maquinaria para el movimiento de tierras. Estructuras de protección contra la caída de objetos. Ensayos de laboratorio y requisitos de comportamiento. AENOR.

UNE-EN 61310-1:2008. Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles. AENOR.

UNE-EN ISO 2867:2012. Maquinaria para movimiento de tierras. Sistemas de acceso. AENOR.

UNE-EN ISO 3457:2008. Maquinaria para movimiento de tierras. Resguardos. Definiciones y requisitos. AENOR.

UNE-EN ISO 6682:2008. Maquinaria para movimiento de tierras. Zonas de comodidad y de accesibilidad a los mandos. AENOR.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL · inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.116

Mantenimiento y vuelta al trabajo: procedimiento

Maintenance and return to work: procedure
Maintien et retour au travail: procédé

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Mª Dolores Solé Gómez

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

David Cobos Sanchiz

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE, DE SEVILLA

El objetivo de esta NTP es ofrecer a las empresas un guion para la elaboración de un procedimiento de vuelta al trabajo de trabajadores en situación de baja, en las mejores condiciones de salud y en el mejor entorno posible. Este procedimiento va más allá de lo estipulado en la normativa de prevención de riesgos laborales.

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

Tal como se indica en la NTP-992, entendemos como procedimiento el proceso específico de realizar una actividad que debe incluir como mínimo qué se hace, cómo se hace, quién ejecuta las acciones y cómo se evaluará. La propuesta de procedimiento incluye los siguientes apartados:

- Identificación.
- Ámbito de aprobación.
- Justificación.
- Objetivos.
- Ámbito de aplicación o alcance.
- Gestor del caso.
- Proceso de intervención.
- Algoritmo de actuación o flujograma.
- Seguimiento y evaluación.
- Información a la plantilla.
- Relación de documentos anexos.
- Reproducción de documentos anexos.

2. CONTENIDO DEL PROCEDIMIENTO

Identificación

La identificación básica consiste en: Título del procedimiento, fecha de aprobación y periodo de vigencia.

Por ejemplo (Pe): Procedimiento para el mantenimiento y la vuelta al trabajo de trabajadores con enfermedades crónicas o que están de baja por accidente o enfermedad. Entrada en vigor el (día) de (mes) de (año). Vigencia hasta el (día) de (mes) de (año).

Ámbito de aprobación

Se debe señalar la autoría del documento, haciendo visible la participación del conjunto de actores presentes en la empresa. Si existe representación legal de las personas trabajadoras, el procedimiento será presentado, debatido y aprobado en el marco de la práctica habitual de participación en materia de seguridad y salud en el trabajo. En caso contrario, se utilizaran aquellas herramientas de participación más idóneas para asegurar una toma de decisiones compartida y consensuada.

Pe1: El presente procedimiento ha sido aprobado en el Comité de Seguridad y Salud con el consenso de la Dirección de la empresa y de la Representación Legal de los trabajadores y el apoyo del Servicio de Prevención.

Pe2: El presente procedimiento ha sido aprobado por el grupo de trabajo creado a tal efecto con el consenso de la Dirección de la empresa.

Justificación

En este apartado se han de exponer los motivos por los cuales se ha elaborado el procedimiento. Es importante incorporar que no se utilizará con fines ajenos a la prevención y a la salud de los trabajadores y que su aplicación se hará dentro del marco de una política de salud y bienestar conocida y compartida por los trabajadores, resaltando la voluntariedad del trabajador que está en situación de baja laboral de participar en el proceso y la posibilidad de abandonarlo en cualquier momento. Las acciones destinadas a promover la pronta reincorpora-

ción de los trabajadores al puesto de trabajo, para ser efectivas, necesitan ante todo de confianza.

Pe: El presente procedimiento se realiza en el ámbito de la política de salud y bienestar de la empresa, con el objetivo de dotarnos de un proceso de intervención transparente, rápido y efectivo ante la situación de baja por enfermedad o accidente. No será utilizado con fines diferentes a los de una reincorporación en las mejores condiciones de trabajo posibles y, en ningún caso, con fines discriminatorios.

Objetivos

Se han de identificar de forma clara cuáles son los objetivos del procedimiento. Es decir, qué se quiere conseguir con su aplicación. Cada empresa deberá consensuar qué objetivos responden a sus prioridades y necesidades específicas. En cualquier caso, los objetivos serán lo más específicos, medibles y realizables posible. Han de poderse evaluar tanto a nivel individual como colectivo.

Pe: Los objetivos del presente procedimiento son:

1. Disponer en dos años de la descripción detallada del 100% de los puestos de trabajo de la empresa en función de las demandas físicas y mentales y de las tareas esenciales para su desempeño.
2. Conseguir que el 70% de los trabajadores que presenten una baja de larga duración por enfermedad o accidente vuelvan a la empresa, a un puesto de trabajo compatible con sus capacidades.
3. Garantizar que en el 100% de los casos en que se produzca una baja por enfermedad o accidente de más de dos semanas de duración se establecerá un primer contacto con la persona afectada para ofrecerle la aplicación del procedimiento de vuelta al trabajo.
4. Garantizar que en el 100% de los casos en que se produzca una baja por enfermedad o accidente de más de 30 días de duración se elabore un plan individualizado y por escrito de retorno al trabajo.
5. Conseguir que en el 100% de los casos en los que se ha aplicado el procedimiento de retorno al trabajo se efectúe un seguimiento de la reincorporación a la semana de la misma.

Ámbito de aplicación o alcance

Se debe identificar a los destinatarios del procedimiento. En general, éste debería abarcar al conjunto de trabajadores de la empresa y, en caso de empresas multicentro, a todos los centros de trabajo. Por otro lado, hay que tener en cuenta que no todas las bajas deben ser objeto de una gestión específica de vuelta al trabajo. Es recomendable concentrar los esfuerzos en aquellas que por su duración (más de dos semanas) o motivo (origen laboral, patologías muy prevalentes como lesiones musculoesqueléticas, enfermedades cardiovasculares, trastornos adaptativos) justifican una dedicación de recursos. El tiempo estándar del INSS para patologías prevalentes o los criterios del tipo Tiempo Óptimo Personalizado en Incapacidad Personal pueden ser utilizados como referente de duración de las bajas susceptibles de ser objeto de un programa de vuelta al trabajo.

Pe: El presente protocolo es de carácter voluntario y de aplicación al conjunto de la empresa, de los centros de trabajo y de la plantilla, independientemente del tipo de contrato. Se pondrá en marcha para bajas cuya duración se prevea superior a dos semanas, por tratarse de una lesión musculoesquelética, cardiovascular o trastorno adaptativo o por ser consecuencia de un accidente de trabajo o enfermedad profesional.

Gestor del caso

La reincorporación laboral de un trabajador implica interacciones entre varios agentes que deben colaborar y coordinarse para que el proceso llegue a buen puerto. Por ello es recomendable nombrar un coordinador para la gestión de los casos. Éste puede ser una persona de la propia organización o alguien externo, que cuente con el consenso de todas las partes: recursos humanos de la empresa, servicio de prevención y representación de los trabajadores. Debe ser el referente único para el trabajador y el resto de agentes implicados. Debe recibir formación específica, saber mediar entre los diferentes intereses en conflicto que surgen durante todo el proceso, conocer los aspectos legales pertinentes, etc. Es conveniente nombrar un coordinador y un suplente, para asegurar la continuidad del programa. Este gestor puede apoyarse en una comisión ad hoc que evaluará la viabilidad, adecuación y efectividad de las soluciones propuestas.

Pe1: La dirección de la empresa nombra a xxxx del servicio de prevención propio como gestor de los casos de incapacidad que se adhieran al programa de vuelta al trabajo y a xxx del departamento de recursos humanos como gestor suplente. Sus deberes y funciones se especifican en el anexo x.

Pe2: Con fecha **/**/**** se constituye la Comisión de apoyo al programa de vuelta al trabajo de la que forman parte xxx del Departamento de recursos Humanos, xxxx de la unidad de salud laboral y xxx del servicio de prevención así como de xxx delegado de prevención.
Es conveniente que el gestor del caso lleve un registro de la documentación que generan las diferentes actuaciones y un relato de las actuaciones y conclusiones a modo de historia clínica. En este caso se deberá tener en cuenta la naturaleza confidencial de algunos de los datos y, con la finalidad de hacer explícito el respeto a la confidencialidad, sería necesaria la firma de un acuerdo escrito con la persona interesada.

Proceso de intervención

El proceso de intervención se inicia con el reconocimiento por un facultativo de la incapacidad para la actividad laboral por motivos de salud y la extensión y recepción por parte de la empresa del correspondiente parte médico de baja en un plazo de tres días.

Inicio del proceso: recepción del parte de baja

Para iniciar la intervención es necesaria la comunicación de la baja al responsable de la gestión del caso. En el procedimiento debe quedar claro quién comunica, cómo y a quién.

- Quién comunica: la persona que recibe el parte de baja en la empresa. En principio será el responsable de recursos humanos.
- Cómo se comunica: es conveniente abrir un expediente de ausencia en el que se hará constar como mínimo la fecha de inicio de la baja, el nombre y los detalles de contacto de su jefe inmediato y la forma de contacto con la persona de baja.

- A quién se comunica: las posibilidades son diversas aunque es recomendable que exista la figura del "gestor del caso o coordinador" cuya función será tutelar y coordinar el proceso. Esta persona, especialmente formada para ello, puede pertenecer por ejemplo a la unidad de recursos humanos, al servicio de prevención, ser el jefe inmediato o un consultor externo. El gestor del caso tomará las medidas adecuadas para comunicarse con el trabajador.

Pe: El departamento de recursos humanos comunicará al gestor del caso, en un plazo inferior a 48 horas, el inicio del episodio de incapacidad temporal mediante el escrito del anexo x "Comunicación del caso de incapacidad temporal".

Primer contacto con el trabajador

Se ha de establecer en qué momento, cómo y quién se pone en contacto con el trabajador. Este punto dependerá principalmente de los objetivos que nos hemos marcado, de los recursos y de la estructura de la empresa.

- Momento: a n días de presentar la baja o al volver al trabajo. Lo más efectivo es contactar con el trabajador a los pocos días de presentar la baja. Eso nos permitirá conocer si va a ser necesario activar el procedimiento o se trata de una baja que no va a requerir de ninguna actuación suplementaria. Cabe destacar que, si esperamos a que el trabajador vuelva al trabajo, la intervención no será tan efectiva.
- Medio de comunicación: los más utilizados son el teléfono y el correo electrónico. Antes de contactar, puede ser conveniente enviar una carta en la que se explican los objetivos de la intervención, una descripción de cada una de las etapas y se le avisa de que en un tiempo "x" se le llamará para saber si quiere participar.
- Responsable: Este primer contacto debe establecerlo el agente responsable de la gestión del caso. Es de vital importancia para crear un clima de confianza con la persona ausente y para confirmarle la voluntariedad de la participación, su derecho a abandonarlo en cualquier momento y asegurarle la total confidencialidad del proceso. Si el trabajador o trabajadora consiente en participar, se fijará una fecha para reunirse con el gestor del caso.

Pe1: A las dos semanas de la comunicación de la baja, el departamento de recursos humanos enviará una carta al trabajador recordándole la posibilidad de adherirse al programa, en qué consiste e informándole de que en fecha xx-xx-xx a las xx:xx le llamará el gestor del caso.

Pe2: Durante este primer contacto, el gestor del caso y el trabajador fijarán el lugar, la fecha y la hora para una entrevista inicial que deberá realizarse, salvo excepciones, a la semana del contacto telefónico.

Entrevista inicial

El primer encuentro con el trabajador debe servir para recordar en qué consiste el programa, sus etapas y para evaluar los factores que pueden potenciar o disminuir la probabilidad de la vuelta al trabajo ya sean personales, del lugar de trabajo o externos.

A modo de ejemplo, algunas de las informaciones que pueden obtenerse de esta entrevista son:

- Situación actual de salud.
- Situación sociofamiliar.
- Percepción del trabajador sobre el impacto de su condición de salud sobre el desempeño de su trabajo habitual.
- Nivel de satisfacción con su trabajo.
- Expectativas con relación a la vuelta al trabajo.
- Necesidades percibidas para volver al trabajo.

En función de la disponibilidad, es también el momento de informar al trabajador sobre los recursos o servicios de ayuda que la empresa puede poner a su disposición para reforzar o mejorar el tratamiento de su condición de salud, siempre de acuerdo con él y con el médico que lo asiste.
Pe1: Durante la primera entrevista con el trabajador, el gestor del caso evaluará los determinantes de la vuelta al trabajo mediante el anexo x "Elementos del umbral de vuelta al trabajo".

Pe2: La empresa facilitará, en función de las necesidades y con el visto bueno del médico responsable del tratamiento, el acceso gratuito a servicios de ayuda al empleado, rehabilitación cardiaca y física y de entrenamiento físico dirigido.

Comunicación con el superior inmediato

En el momento en que el trabajador consiente en participar en el proceso, es recomendable que el gestor del caso se ponga en contacto con el superior inmediato para informarle de su decisión y recordarle las etapas del proceso y su función. Debe quedar claro que, en ningún caso, el gestor compartirá información sensible siendo escrupuloso con la confidencialidad de los datos que le proporcione el trabajador.

Pe: El gestor del caso comunicará al superior inmediato la adhesión del trabajador al programa de vuelta al trabajo y le recordará sus funciones en el proceso. En ningún caso comentará o discutirá la situación del trabajador con él, respetando la confidencialidad de los datos.

Seguimiento del trabajador durante la ausencia

Entre la entrevista inicial y el momento de la vuelta al trabajo, el gestor del caso debe realizar un seguimiento periódico del trabajador con ayuda, si fuese necesario, de la Comisión creada ad hoc, para darle apoyo y ayuda y pulsar sus dudas, temores y preocupaciones ante la vuelta al trabajo. También es importante que le informe de los cambios en la empresa o en su lugar de trabajo que se produzcan durante su ausencia y detectar posibles conflictos con su jefe inmediato o con sus compañeros.

Pe: Mientras dure la ausencia, el gestor del caso y el trabajador pactarán la frecuencia y el lugar de encuentro para entrevistas sucesivas.

Establecimiento del plan individualizado de vuelta al trabajo

La vuelta al trabajo es un momento importante que debe planificarse con antelación suficiente. Esta planificación debe basarse en las necesidades específicas del trabajador y la capacidad de la empresa para responder a las mismas. El gestor del caso, a partir de la entrevista con el trabajador, del estudio de los factores determinantes de la vuelta al trabajo y, si procede, la consulta de especialistas para el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación desde el punto de vista médico y laboral y de especialistas para la evaluación de riesgos del puesto de trabajo y el diseño de

las modificaciones pertinentes, redactará una propuesta de plan individualizado que deberá consensuarse con el trabajador y la empresa.

Pe1: El gestor del caso redactará con ayuda, si fuese necesario, de la Comisión creada ad hoc, la propuesta de plan individualizado acordado con el trabajador, su superior inmediato y con el apoyo, si procede, de los expertos adecuados al caso. Se considerarán en primer lugar todas aquellas medidas que permitan al trabajador volver a su puesto de trabajo. De no ser posible, se considerará la afectación del trabajador a un puesto de trabajo alternativo mientras sea necesario.

Pe2: El gestor del caso someterá a la comisión de apoyo el plan acordado con el trabajador para valorar su viabilidad y establecer la calendarización de las actuaciones y los mecanismos de vigilancia y seguimiento.

Ejecución y seguimiento del plan de vuelta al trabajo

Las medidas acordadas deben haberse realizado antes de la vuelta del trabajador a la empresa. Se ha de prever la modalidad de acogida el día de la reincorporación, designar a la persona que velará por que las medidas propuestas se respeten y establecer un calendario de seguimiento y final del plan.

Pe: La persona responsable de la puesta en marcha de las medidas es xxx de xxx. Una vez recibido el plan individualizado acordado y revisado por la Comisión de apoyo, las medidas deberán haberse ejecutado antes de la fecha prevista de alta.

Pe2: El primer día de trabajo después de la baja, el trabajador será recibido por el gestor del caso y por el superior inmediato y se repasarán con él las medidas implementadas.

Pe3: El superior inmediato revisará cada semana que dichas medidas siguen vigentes y el gestor del caso se reunirá cada mes con el trabajador para saber si son efectivas o se necesita una revisión.

Pe4: Salvo excepciones o necesidades sobrevenidas, el seguimiento finalizará a los seis meses del reingreso del trabajador.

Algoritmo de actuación o flujograma.

Ver en página siguiente.

Seguimiento y evaluación.

El gestor del caso revisará anualmente la efectividad y cumplimiento del programa y realizará un informe anual que se incluirá en la memoria de actividades de la organización.

Información a la plantilla y formación.

Todos los trabajadores, incluidos los contratados recientemente, como posibles usuarios, deben recibir información detallada sobre el objetivo y el procedimiento de vuelta al trabajo.

Es imprescindible que las personas que intervienen directamente en el procedimiento estén debidamente formadas. En especial, el gestor del caso y el supervisor del trabajador de baja.

Relación de documentos anexos.

Su objetivo es relacionar los anexos que se citan en el documento. Se recomiendan los siguientes documentos:

- Glosario de términos más relevantes.
- Normativa aplicable.
- Descripción de los deberes y funciones de los principales actores.
- Comunicación del caso de incapacidad temporal al gestor del caso.
- Carta de comunicación e información al trabajador.
- Modelo de consentimiento informado de adhesión al programa.
- Ficha con la descripción de los requerimientos psicofísicos del trabajo.
- Modelo/guion para la recogida de información durante la primera entrevista.
- Carta tipo para la comunicación con el facultativo responsable de la baja.

Reproducción de documentos anexos

Los anexos deben estar identificados y numerados, de manera que sea fácil su consulta.

BIBLIOGRAFÍA

MORENO SAÉNZ, N.
Embarazo y lactancia natural: procedimiento para la prevención de riesgos en las empresas.
Notas Técnicas de Prevención, Serie 28, nº992. Madrid: INSHT, 2013 (último acceso 04/08/2017 en http://bit.ly/1kYetEh *)*

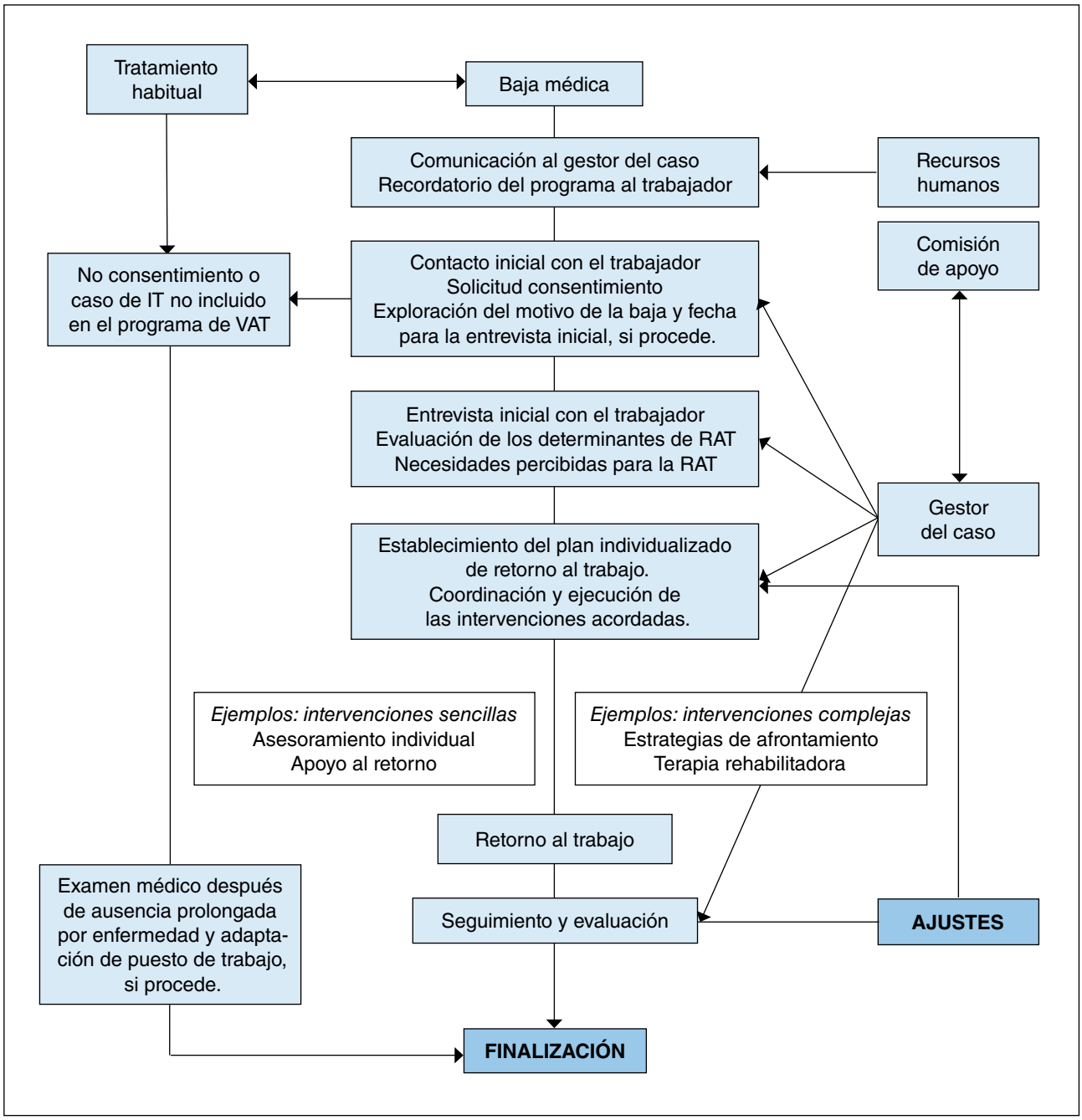
INSS Manual de tiempos óptimos de incapacidad temporal" 3ª ed. y "Aplicación para el cálculo automático del tiempo óptimo de incapacidad temporal" (último acceso 04/08/2017 en http://tiny.cc/kkmnfy)

CABANILLAS MORUNO, J.L.; GILI MINER, M.; LUANCO GRACIA, J.M.; DE DIOS VILLAR DONCEL, J. (2012)
"Tiempos óptimos personalizados en incapacidad temporal: metodología para calcular la duración probable por patologías con variables individuales".
Consejería de Salud y Bienestar Social de la Junta de Andalucía (último acceso 04/08/2017 en http://hdl.handle.net/10668/1027).

BOIX, P et al. (2017)
"Estado de la cuestión y desarrollo de un procedimiento para la vuelta al trabajo después de una ausencia prolongada por motivos de salud" (Informe no publicado) INSHT.

SOLÉ GÓMEZ, M.D.
"La vuelta al trabajo después de una ausencia relacionada con un problema de salud mental" Revista monográfica PRL.
*Foment del Treball (último acceso 03/08/2017 en http:///*prl.foment.com/admin/uploads/docs/20141218131902.pdf)

SOLÉ GÓMEZ, M.D.
"Vuelta al trabajo: el papel de los servicios de prevención" Seguridad y salud en el trabajo, 88, Octubre 2016, pp.29-35. (último acceso 03/08/2017 en http://bit.ly/2wcX1cG)



Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL · inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.117

Consignación de máquinas

Lockout of machinery
Consignation des machines

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Ignacio Beitia Lecue

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSSBT

Esta NTP presenta las medidas de seguridad destinadas a prevenir la puesta en marcha intempestiva de una máquina así como los riesgos asociados a las energías peligrosas acumuladas o residuales, mediante su consignación con el fin de que las intervenciones humanas en sus zonas potencialmente peligrosas se puedan realizar con seguridad. Sustituye la NTP-52.

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

Son sobradamente conocidos los numerosos accidentes, graves en su mayoría, que se producen durante las labores de revisión, mantenimiento o reparación de máquinas, labores que generalmente se realizan cuando la máquina no está en funcionamiento.

Mantener una máquina parada mientras haya personas en zonas peligrosas es una de las condiciones más importantes del uso seguro de una máquina y, por esta razón, uno de los objetivos prioritarios del diseñador y del usuario de una máquina.

En la evaluación del riesgo relacionada con la presencia de personas en una zona peligrosa de una máquina, es necesario tener en cuenta la probabilidad de una puesta en marcha intempestiva, no deseada, de los elementos de la máquina generadores de peligro.

Una puesta en marcha intempestiva es cualquier puesta en marcha debida a:

- un fallo interno de un sistema de mando;
- una influencia externa sobre dicho sistema (por ejemplo, interferencias electromagnéticas sobre sistemas de mando electrónicos);
- una puesta en marcha generada por una acción humana inoportuna;
- restablecimiento de la alimentación de energía después de una interrupción;
- influencias internas o externas (presencia de energías residuales, viento, autoencendido de motores de combustión interna, etc.).

La directiva "*Máquinas*" 2006/42/CE, transpuesta al derecho nacional mediante el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, indica en el punto 1.6.3 "Separación de las fuentes de energía" de su Anexo I: *"La máquina estará provista de dispositivos que permitan aislarla de sus fuentes de energía. Dichos dispositivos serán claramente identificables. Deberán poder ser bloqueados si al conectarse de nuevo pudieran poner en peligro a las personas. Los dispositivos también deberán poder ser bloqueados cuando el operador no pueda comprobar, desde todos los puntos a los que tiene acceso, la permanencia de dicha separación"...*

"La energía residual o almacenada en los circuitos de la máquina tras su aislamiento debe poder ser disipada normalmente sin riesgo para las personas".

Por otro lado, el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, establece en el punto 12 de su Anexo I "Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo" que "*todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía*".

A pesar de que todos los aspectos relativos a la consignación de una máquina deberían estar incluidos en su manual de instrucciones, la presente Nota Técnica de Prevención, presenta de modo general los medios técnicos disponibles para separar las fuentes de energía e impedir la puesta en marcha intempestiva de cualquier elemento peligroso de una máquina y, en su caso, indicar el modo de disipar la energía residual acumulada tras la parada.

2. FUENTES DE ENERGÍA

Relación no exhaustiva de fuentes de energía que pueden provocar la puesta en marcha intempestiva de un elemento peligroso de una máquina:

- Fuentes de alimentación de energía (por ejemplo, eléctrica, hidráulica, neumática,…).
- Energía acumulada (por ejemplo, acumuladores, presión residual en canalizaciones, elementos mecánicos que continúan moviéndose por inercia, motores que generan energía eléctrica tras el inicio de la orden de parada hasta su detención, condensadores eléctricos con carga, muelles comprimidos, gravedad, energía térmica).
- Influencias externas (por ejemplo, el viento).

El mejor modo de evitar que las energías citadas puedan provocar una puesta en marcha intempestiva o una situación peligrosa durante la revisión y el mantenimiento de las máquinas es la consignación de las mismas.

3. CONSIGNACIÓN DE UNA MÁQUINA

Es un procedimiento compuesto por el conjunto de las cuatro acciones siguientes:

- Separación de la máquina (o de elementos definidos de la máquina) de todas las fuentes de energía posibles.
- Bloqueo de todos los dispositivos de separación (u otro medio para impedir el accionamiento) en aquellos casos en los que fuese necesario (por ejemplo, en máquinas de grandes dimensiones).
- Disipación o retención (confinamiento) de cualquier energía acumulada que pueda dar lugar a un peligro.
- Verificación, mediante un procedimiento de trabajo seguro, de que las acciones realizadas según los apartados anteriores han producido el efecto deseado.

Separación de la máquina de sus fuentes de energía

Para lograr la separación de la máquina de sus fuentes de energía se pueden emplear diferentes dispositivos en función del tipo de alimentación de energía de la máquina.

Dispositivos para separar las máquinas de su alimentación eléctrica

Existen los siguientes dispositivos:

a) Interruptor seccionador, de acuerdo con la Norma UNE-EN 60947-3 (CEI 60947-3), categoría de empleo AC-23 B o DC-23 B.
   La categoría de empleo AC-23 B y DC-23 B indica que el dispositivo de seccionamiento es adecuado para la conexión o la desconexión de motores u otras cargas con elevada inductividad, con alimentación en corriente alterna y en corriente continua respectivamente.

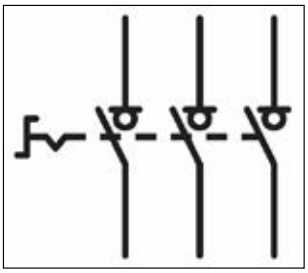


Figura 1. Interruptor seccionador.

Figura 2. Interruptor seccionador.

   La letra B posterior al número de referencia de los interruptores seccionadores indica que han sido diseñados para realizar maniobras ocasionales, quedando la letra A reservada para aquéllos capaces de realizar maniobras frecuentes, válidas también para su uso en consignación. Ver figuras 1 y 2.

b) Seccionador, con o sin fusibles, de acuerdo con la Norma UNE-EN 60947-3 (CEI 60947-3), equipado con un contacto auxiliar que provoca en todos los casos el corte del circuito de alimentación por los dispositivos de conexión antes de la apertura de los contactos principales del seccionador. Ambos tipos no pueden abrirse en carga, por lo que previamente se debe desconectar la alimentación de todas las cargas, mediante un contacto auxiliar asociado al propio seccionador, que controla los contactores de potencia. Ver figuras 3, 4 y 5.

c) Interruptor automático apto para el seccionamiento de acuerdo con la Norma UNE-EN 60947-2 (CEI 60947-2).

d) Una combinación base clavija con cable flexible de alimentación.
   La utilización de una base clavija como dispositivo de consignación sólo es válido para máquinas de poca potencia (con una corriente inferior o igual a 16 A y una potencia total inferior a 3 kW), como, por ejemplo, máquinas portátiles o pequeñas máquinas semiestacionarias, tales como sierras que trabajan apoyadas sobre una superficie, a menos que la base disponga de un interruptor de bloqueo asociado a la clavija

Tanto la categoría de empleo de un dispositivo de seccionamiento, como su tipo y su conformidad con las normas citadas, se debería reflejar en la hoja de características que debe acompañar al citado dispositivo, y se debería reflejar también en la relación de componentes de la máquina incluida en su manual de instrucciones. El conocimiento de estos datos puede ayudar al usuario de una máquina a la hora de sustituir componentes deteriorados.

Nota: No se pueden usar dispositivos que no cumplan la función de seccionamiento (por ejemplo un contactor abierto por el circuito de mando a través del dispositivo de parada de emergencia o mediante el enclavamiento de un resguardo móvil) excepto si están destinados a situaciones tales como inspecciones, ajustes o trabajos de naturaleza menor, y siempre teniendo en cuenta los resultados de la evaluación del riesgo y las indicaciones del manual de instrucciones. (Norma UNE EN 60204-1: 2013, punto 5.4).

Cuando el dispositivo de seccionamiento es uno de los tipos especificados en los puntos a), b) y c) estos deberán responder a los requisitos siguientes:

- Separar el equipo eléctrico de la alimentación y no tener más de una posición de ABIERTO y una posición de CERRADO marcados claramente por “0” e “I”.
- Tener una apertura visible o un indicador de posición

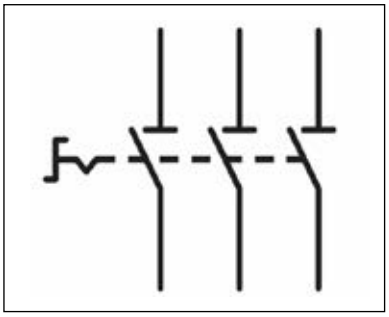


Figura 3.Seccionador sin fusibles.

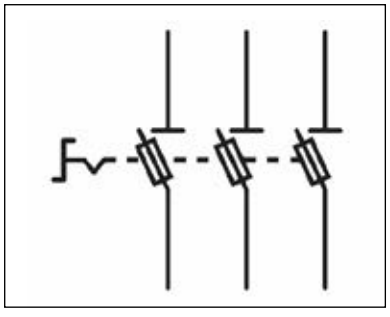


Figura 4. Seccionador con fusibles.

Figura 5. Seccionador con fusibles (Schneider Electric).

que no pueda indicar la posición de abierto hasta que todos los contactos estén efectivamente abiertos.
- Estar equipado de un mando exterior, por ejemplo una maneta o una palanca (excepto los disyuntores alimentados por energía externa con medios de apertura a distancia). Cuando el mando exterior no esté destinado a ser usado en operaciones de emergencia se recomienda que sea de color NEGRO o GRIS.
- Poder ser bloqueado en la posición ABIERTO, por ejemplo mediante candados.
- Cortar todos los conductores activos de su alimentación.

Algunos circuitos, como los circuitos de alumbrado y los circuitos de alimentación de tomas de corriente para las herramientas integrados en las máquinas, utilizados para el mantenimiento y la reparación; o circuitos para salvaguardar información, no necesitan ser cortados por el dispositivo de seccionamiento de la alimentación, aunque se recomienda que estos circuitos dispongan de su propio dispositivo de seccionamiento y de una señalización precisa de esta circunstancia.

Otras fuentes de alimentación de energía

En este apartado son destacables las energías hidráulica y neumática, y el corte de estas energías requiere de métodos particulares.

El corte de la energía hidráulica se suele efectuar parando el motor de la bomba que la genera.

Por otra parte, el corte de la energía neumática se suele realizar mediante válvulas de corte, independientemente de que se pare o no el motor del compresor que genera la energía, siempre que dicho compresor no forme parte integrante de la máquina.

Para otras energías consúltese el manual de instrucciones y mantenimiento del equipo.

Dispositivo de bloqueo

Los dispositivos de separación se deben poder bloquear, o inmovilizar de alguna manera, en la posición de separación.

Los dispositivos de bloqueo pueden ser:
- Dispositivos que pueden emplear uno o varios candados; (ver figuras 6, 7 y 8).

  En la figura 7 se ha bloqueado y etiquetado la envolvente de una clavija y en la figura 8 se han bloqueado y etiquetado diferentes interruptores magneto térmicos (Lockout/ Tagout). El término Lockout /Tagout abreviado LOTO, procede de una norma OSHA (Occupational Safety and Health Administration) del Departamento de Trabajo de Estados Unidos, sobre desactivación de máquinas para realizar labores de revisión y mantenimiento en las mismas y consiste en bloquear los dispositivos de corte de alimentación de la energía de una máquina en la posición de corte (Lockout) y proceder a su etiquetado (Tagout) para advertir de que la máquina está fuera de servicio.

  Es un procedimiento semejante a la consignación normalizada en la Unión Europea, siempre que se acompañe de la disipación o de la retención de la energía peligrosa acumulada, cuando proceda, así como de la verificación de que se ha producido el efecto deseado.

  Hay que destacar que el simple etiquetado del órgano de accionamiento de un dispositivo de corte de alimentación de energía de una máquina en la posición de corte, sin su bloqueo, como se ha observado en alguna ocasión, no equivale a la consignación de la misma. (Ver figura 9).

Figura 9. Bloqueo de válvulas (Brady) con LOTO.

- Dispositivos de enclavamiento por transferencia de llave en la que una de las cerraduras sirve para bloquear el dispositivo de separación; (ver figura 10)

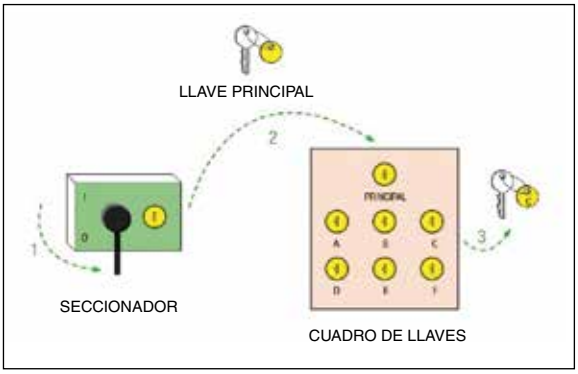


Figura 10. Bloqueo de un interruptor seccionador mediante transferencia de llaves.

Figura 6. Bloqueo de un seccionador mediante candado.

Figura 7. Bloqueo de una clavija (enchufe) con cable flexible mediante envolvente (Brady).

Figura 8. Bloqueo y etiquetado de interruptores magneto térmicos (disyuntores) (Brady).

En primer lugar se realiza la apertura del seccionador (1). Esto permite girar y retirar la llave principal, quedando bloqueado el seccionador en la posición "0". Al insertarla y girarla en el cuadro de llaves secundarias (2) permite la liberación de éstas (3), por si deben intervenir varios operarios durante las labores de mantenimiento o para acceder con ellas a otras partes de la máquina protegidas mediante resguardos móviles bloqueados con estas llaves, quedando bloqueada la llave principal.
Es recomendable que la llave secundaria también quede bloqueada en la cerradura del resguardo correspondiente, cuando éste permanezca abierto (4) y que sea preciso cerrar dicho resguardo para liberarla, especialmente cuando el resguardo no disponga de enclavamiento. (ver figura 11).

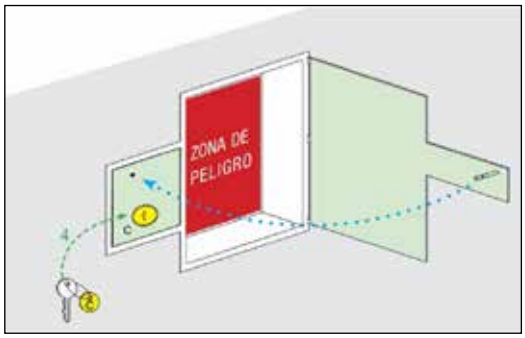


Figura 11. Apertura de un resguardo mediante una de las llaves secundarias.

Terminadas las labores y una vez insertadas de nuevo todas las llaves secundarias en su posición de origen, es posible retirar la llave principal, y con ella colocada y girada de nuevo en el seccionador, desbloquearlo y permitir su cierre.

Disipación o retención de la energía acumulada

Energía eléctrica

Una máquina alimentada mediante energía eléctrica puede mantener energía eléctrica residual o acumulada una vez dada la orden de parada.

Será preciso comprobar si existe tensión residual producida durante el tiempo de parada de los motores así como si existen condensadores que mantienen su carga almacenada.

Tanto la energía eléctrica residual como la acumulada se suele disipar mediante resistencias de descarga a través del circuito correspondiente.

Energía hidráulica y neumática

En el empleo de la energía hidráulica y neumática debe tenerse en cuenta la presión residual.

En los circuitos hidráulicos y neumáticos puede quedar, después de la desconexión, una presión residual capaz de hacer que la máquina realice un nuevo ciclo o un movimiento parcial peligroso.

Una solución a este problema puede ser dotar a estos circuitos de válvulas de corte y despresurización. (Ver figura 12).

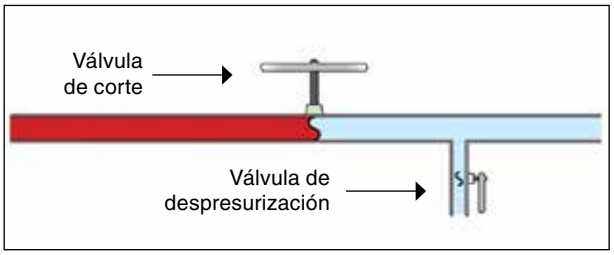


Figura 12. Válvula de corte y válvula de despresurización independiente.

En algunos casos es preciso o útil mantener la presión en algunos aparatos como, por ejemplo, en los acumuladores. En este caso se puede confinar la energía mediante válvulas de corte.

Otras energías

Las energías acumuladas diferentes de las tratadas tienen métodos específicos de disipación.

Así, por ejemplo, los elementos mecánicos que continúan moviéndose por inercia, se detienen mediante frenos; la energía potencial o la energía acumulada en resortes, se descarga o se confina mediante bloqueos mecánicos.

La energía térmica se suele confinar, por ejemplo, interponiendo barreras físicas entre el operador y la superficie a temperaturas extremas, ya que puede ser necesario que transcurra un tiempo considerable antes de lograr la disipación.

Verificación de las acciones realizadas

El último paso de la consignación es la verificación mediante un procedimiento de trabajo seguro de que las acciones realizadas conforme al punto 3 han producido el efecto deseado.

Es recomendable disponer de un procedimiento de trabajo personalizado para cada máquina y facilitado por el fabricante de la misma o elaborado con la ayuda de las indicaciones incluidas en su manual de instrucciones, que defina de forma clara y sin ambigüedades, la secuencia de acciones a llevar a cabo para la retirada o el confinamiento de las energías de una máquina.

En la tabla 1 se indican, **a modo de ejemplo**, algunos de los puntos que deberían ser comprobados y registrados, cuando proceda, según el equipo del que se trate:

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN (Ejemplo)		
Corte de la energía		
Los seccionadores y/o los interruptores, ¿se encuentran en la posición de apertura (0)?	SÍ	NO
¿Se ha comprobado que los órganos de accionamiento correspondientes **NO** ponen en marcha los elementos de la máquina?	SÍ	NO
¿Se han retirado las clavijas de sus bases? (Si procede)	SÍ	NO
Las válvulas de corte, ¿están en la posición de cierre? (Si procede)	SÍ	NO
¿Se ha realizado el etiquetado de los elementos de corte? (Si procede)	SÍ	NO
Bloqueo de los dispositivos de corte		
Los dispositivos desbloqueo (candados, cerraduras, envolventes con llave), ¿impiden completamente el accionamiento de los dispositivos de corte?	SÍ	NO
Ausencia, disipación, confinamiento, retención de energías		
¿Se han detenido por completo los elementos móviles de la máquina? (Comprobación visual).	SÍ	NO
¿Ausencia de tensión eléctrica? (Comprobación, por ejemplo, mediante un voltímetro).	SÍ	NO
¿Ausencia de presión acumulada o residual? (Comprobación, por ejemplo mediante indicadores de presión, manómetros,etc.).	SÍ	NO
¿Se ha comprobado la ausencia de partes con temperaturas extremas? (Comprobación por el método más adecuado).	SÍ	NO
¿Se ha confinado o retenido las energías almacenadas o residuales?, (acumuladores, resortes, masas que pueden desplomarse por la acción de la gravedad…).	SÍ	NO

Tabla 1. Ejemplos de procedimientos de verificación.

BIBLIOGRAFÍA

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

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, modificado por Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Norma UNE EN 1037: 1996 + A1:2008 “Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva”.

Norma UNE EN 60204-1:2013 “Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales”.

Norma UNE-EN ISO 4413:2011 “Transmisiones hidráulicas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes”.

Norma UNE-EN ISO 4414:2011 “Transmisiones neumáticas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y su componentes”.

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

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL · inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.118

Pesca de cerco (II): medidas preventivas

Purse seine fishing operations (II): preventative measures
Pêche à la senne (II): mesures préventives

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Francisco Díaz García

Francisco J. Moreno Reyes

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSSBT

Esta NTP, continuación de la NTP 1081, completa la información de la misma proponiendo para las formas de accidente graves y mortales más frecuentes en la pesca de cerco una serie de medidas preventivas generales destinadas a evitar la recurrencia de tales accidentes.

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 OBJETIVOS

La NTP 1.081 describe las diferentes fases de la pesca de cerco y ofrece información cuantitativa y cualitativa sobre las formas más frecuentes de accidentes graves y mortales en esta modalidad pesquera. En esta NTP se propone, para cada una de estas formas de accidente, una serie de medidas preventivas "no exhaustivas" destinadas a prevenir la recurrencia de los mismos.

Este documento no debe ser confundido con una evaluación de riesgos. Se trata de una herramienta de apoyo al proceso de identificación de peligros, evaluación de los riesgos y adopción de medidas preventivas y de protección, y no una evaluación de riesgos en sí misma. Será en la pertinente evaluación de riesgos laborales donde se concreten 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 (Ver Tabla 2 de la NTP 1.081) se han clasificado las formas de accidente graves o mortales en la pesca de cerco en cuatro categorías en función de su frecuencia en el periodo 2011-2015.

En los apartados I a IV de la tabla 1 se recogen respectivamente las formas de accidente que se producen de manera muy frecuente, frecuente, ocasional y otras formas de accidente que, aunque no se hayan investigado por la ITSS en el periodo referido, son también características de esta modalidad pesquera.

Apartados	Frecuencia de las formas de accidentes
APARTADO I	Muy frecuentes
APARTADO II	Frecuentes
APARTADO III	Ocasionales
APARTADO IV	Otras formas de accidente

Tabla 1. Clasificación de las formas de accidentes graves o mortales en la pesca decrco

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

Forma del accidente

Caídas al mismo nivel. (Tropiezos, resbalones, pérdidas de equilibrio,...), principalmente en cubierta debido a la presencia de cajas y bidones para las tareas de salabardeo, por cubiertas mal pintadas o con la pintura muy desgastada, etc.

Medidas preventivas

- Instalar andariveles y pasamanos de mal tiempo.
- 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).
- Mantener las superficies de cubierta limpias y libres de obstáculos que puedan provocar tropiezos o resbalones.
- La superficie de trabajo y de paso de las cubiertas deben disponer de tratamientos antideslizantes para lograr un mejor agarre del calzado.
- La iluminación de la cubierta de trabajo debe ser adecuada, especialmente de noche que es cuando se suelen realizar las tareas de pesca de cerco. La iluminación no debe provocar deslumbramientos a los tripulantes.
- Evitar el acúmulo de residuos de grasa en los accesos a motores y maquinillas.
- 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.
- Los salientes, bordes, filos vivos, cortantes o punzantes estarán adecuadamente protegidos.
- Los cabos serán enrollados donde corresponda y los cables de acero se enrollarán en su carretel para evitar que se formen cocas.
- Estibar el arte y las cajas, bidones y otros materiales en cubierta de forma correcta, para evitar que puedan estar sueltos y ser causa de tropiezos, dejando libre de obstáculos las zonas de trabajo y vías de paso.
- Asegurar el cumplimiento de una sistemática adecuada de limpieza de restos de posibles derrames de líquidos.
- 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 INSSBT*).

APARTADO II. Formas frecuentes de accidentes graves o mortales en cerco

Forma del accidente

Atrapamiento entre partes móviles de equipos de trabajo (Incluidas pastecas).

Medidas preventivas

- En ausencia de disposiciones específicas de comercialización para los equipos de trabajo destinados a los pesqueros, estos deberán cumplir, al menos, las disposiciones mínimas del Anexo I 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, y, dependiendo de si se trata de un buque de pesca nuevo o existente, las disposiciones que hacen referencia a los equipos de trabajo en los Anexos I y II del Real Decreto 1216/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca. (Véase: *NTP 995. Buques de pesca: valoración de las condiciones de seguridad de los equipos de trabajo de a bordo*).
- Durante el diseño de los equipos, el fabricante puede consultar, entre otros documentos, las siguientes disposiciones, normas, guías, etc., que, aun pudiendo no ser de obligado cumplimiento, pueden resultarle de ayuda: el Anexo I del 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, las normas armonizadas elaboradas en apoyo de este real decreto, aplicadas con las adaptaciones necesarias[1] para las condiciones existentes en un pesquero (esfuerzos y condiciones ambientales que sufren los equipos, inestabilidad del puesto, etc.), otras normas nacionales o internacionales, y las Guías Técnicas elaboradas por el INSSBT sobre las disposiciones referidas en el párrafo anterior.
- Durante la utilización de los equipos, el empresario (armador) y los trabajadores 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 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, así como las que sean aplicables del RD 1216/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca.
- Los tripulantes designados para el manejo de la maquinaria deben contar con la adecuada formación.
- Las máquinas y resto de equipos de trabajo deben disponer de un manual de instrucciones para operación y mantenimiento.
- Los operadores de las máquinas deben tener una visión adecuada de las propias máquinas y de los trabajadores que estén faenando.
- Establecer un sistema de comunicación y coordinación eficaz entre los tripulantes de cubierta, especialmente con los operadores de las maquinillas, así como entre el puente y la cubierta.
- En la medida de lo posible, las partes móviles de las máquinas que pueden presentar peligro deben llevar protectores adecuados (resguardos y/o dispositivos de protección) para proteger a la tripulación.
- Las maquinillas de cerco, los carreteles y los haladores deben incorporar un sistema de frenado capaz de detener y sujetar eficazmente la carga de trabajo admisible.
- La maquinaria debe incorporar un dispositivo de parada de emergencia en el panel de mando a pie de la máquina, un segundo dispositivo en el puente, si es posible mandarla desde allí, y otros adicionales accesibles desde los puestos de trabajo en cubierta si así lo aconseja la evaluación de riesgos.
- Respetar las condiciones de utilización indicadas en el manual de instrucciones (no permanecer en las inmediaciones de la maquinaria ni en su radio de influencia cuando esta esté en funcionamiento; no dejarla desatendida estando en funcionamiento; utilizar ropa laboral ceñida y evitar complementos que puedan engancharse, uso de EPI adecuados, etc.).

Forma del accidente

Golpe por rotura de elementos en tensión. (Cables, cabos, cadenas, grilletes, ganchos, anillas, estrobos, pastecas, 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[2].
- Salabardear o bombear el pescado a bordo lo antes posible para evitar que el copo y el gancho aguanten un peso excesivo de pescado cuando las capturas son muy abundantes.

Cabos y malletas

- Los elementos auxiliares como los cabos, han de ser utilizados según las especificaciones de los fabricantes.
- Los marineros que manejen el molinete, se asegurarán que ningún tripulante esté situado en la zona de peligro antes de iniciar la maniobra. Se colocarán a resguardo en la dirección a la que llaman a los cabos, de forma

1. *En general, las adaptaciones necesarias consisten en aplicar supuestos de carga adicionales, aumentar los coeficientes de seguridad, la sustitución de algunos materiales por otros más adecuados al medio marino y la aplicación de un programa de comprobaciones periódicas más exigente durante la utilización.*

2. *Véase también las referencias a las disposiciones normativas en las MEDIDAS PREVENTIVAS de la forma de accidente: ATRAPAMIENTO ENTRE PARTES MÓVILES DE EQUIPOS DE TRABAJO.*

que en caso de rotura, el/los tripulante/s esté/n fuera de peligro.
- Se evitará el roce de los cabos con aristas vivas.
- Su almacenamiento se efectuará en carreteles de diámetro adecuado.
- Los cabos que se enrollen en la maquinilla o pasen por haladores, pastecas, etc., se mantendrán según las instrucciones del fabricante.
- Mantener una distancia de seguridad con los cabos y malletas en tensión.
- No permanecer en el seno de las amarras durante su manipulación.
- Utilizar guantes de seguridad para el manejo de cabos y malletas.

Pastecas
- Mantener una distancia de seguridad con respecto al radio de acción de las pastecas.
- Realizar un mantenimiento adecuado de la pasteca (inspección, lubricación, etc.).

Ganchos
- Los ganchos de elevación se elegirán en función de la carga y de los tipos de esfuerzo que tienen que transmitir. Estarán equipados con pestillo u otro dispositivo de seguridad para evitar que la carga pueda desprenderse.
- Los ganchos serán retirados del servicio si se observa falta del pestillo o desperfectos en el dispositivo de cierre de los mismos.
- Igualmente, serán retirados cuando la apertura de la boca se deforme más de un 10%, el gancho esté erosionado más de un 5% o si presenta grietas. El máximo desgaste permisible del diámetro del bulón es de un 10%. Debe sustituirse si presenta doblados laterales.

Accesorios de unión
- Los accesorios de unión tales como grilletes, anillas, cáncamos, estrobos, etc., 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.

Forma del accidente
Atrapamiento/contacto con elementos en tensión. (Cables, cabos, malletas, cadenas, grilletes, ganchos, pastecas, etc.).

Medidas preventivas
- Señalizar la zona de influencia de la maquinilla.
- No permanecer en las inmediaciones de la maquinilla cuando esta esté en funcionamiento.
- No guiar los cables, cabos o malletas con las manos.
- Cuando un flotador o elemento del aparejo se enganche en la ropa, deberá cortarse inmediatamente o quitarse la ropa.
- No pasar por encima o por debajo de los cabos, líneas, aparejos, etc., que se encuentren en banda y se puedan poner accidentalmente en tensión.
- En todo momento habrá por lo menos tres vueltas completas de cabo de jareta en el cabirón de la maquinilla, para evitar que el extremo del cabo dé un latigazo que pueda causar accidentes graves.
- Las rabizas se arrollarán en la red o se colocarán en una caja o compartimiento separado junto a la barra de la que salen las anillas con objeto reducir el riesgo para los tripulantes de enredarse en los senos de las rabizas de las anillas de la jareta durante el calamento del arte.
- El maquinillero tendrá espacial cuidado durante el calamento en no permitir que los carreteles giren a mayor velocidad que la salida de la jareta para evitar el enredo. El cabo de retenida o tiro, sujeto al extremo posterior del arte, se estibará en una caja o compartimiento separados para que no haya peligro de que los tripulantes se enreden en los senos durante el calamento. Cerca de la caja o de la plataforma del arte se tendrá siempre a mano un cuchillo afilado.
- El arte se colocará de manera que al comenzar el calamento lo arrastre una boya, un ancla flotante o un bote auxiliar, sin que los tripulantes tengan que dirigirse a popa o ponerse encima del arte.
- No se pisarán las artes durante la maniobra, manteniéndose lo suficientemente alejado de esta. Verificar que toda la tripulación en cubierta se mantiene lo más alejada posible en el momento de largar el arte. Vigilar la operación de largado del arte en todo momento.
- Se recomienda la instalación de guiacabos en cubierta, al objeto de minimizar el área donde pudiera crear una situación de peligro.
- No permanecer en el seno de los cabos durante la virada en el cierre de la jareta, vigilando que nadie invada la citada zona.
- Estibar los cabos en sus carreteles para reducir el peligro de que se formen senos.

Forma del accidente
Golpe/atrapamiento con objetos del buque.

Medidas preventivas
- Evitar o proteger de manera adecuada las partes salientes, las aristas cortantes y los ángulos agudos.
- Estibar correctamente los cestos, bidones, cajas y otros útiles que puedan golpear a los trabajadores.
- Estibar las capturas de manera que se eviten movimientos peligrosos de las mismas.
- Extremar las precauciones en el manejo del bichero para izar la boya para no golpear a ningún compañero.
- Proteger y señalizar los obstáculos a la altura de la cabeza (bandas amarillas y negras con 45° de inclinación).

Forma del accidente
Caída al mar.

Medidas preventivas
- En los trabajos que se desarrollen en cubierta, se deberá utilizar siempre chaleco salvavidas de trabajo adecuado. Tener especial cuidado en las tareas de salabardeo con no engancharse en la red o no sacar demasiado el cuerpo por la borda y caer al copo con las capturas.
- Evitar en trabajo en solitario en la cubierta en caso de mal tiempo.
- En el momento de largar el arte, toda la tripulación se mantendrá lo más alejada posible, especialmente de la trayectoria de la red.
- Si la red forma una pila alta en un lugar expuesto, se debe disponer de candeleros desmontables con guardamancebos para evitar que los tripulantes caigan al agua. En caso de no ser posible, se utilizarán equipos de protección individual contra caídas.
- Utilizar en todo momento un Equipo de Flotación Individual (EFI) adecuado (Véase: Selección de Equipos de Flotación Individual en Buques de Pesca de Bajura del INSSBT). Estos equipos también deberán llevarse en la embarcación auxiliar.

APARTADO III. Formas ocasionales de accidentes graves o mortales en cerco

Forma del accidente
Caída a distinto nivel. (Por escotillas, registros, pantanos, escaleras, etc.).

Medidas preventivas
Escotillas y registros
- Mantener cerradas aquellas escotillas o registros que no se necesite tener abiertos. Si deben permanecer abiertos, se protegerá con barandilla de seguridad todo su perímetro (barandilla de 1 metro de altura, barra horizontal o listón intermedio y rodapié a 15 cm del nivel del suelo).

Escaleras y escalas
- Mantener las escalas y escaleras en buen estado de conservación.
- Mantener una limpieza periódica de las escaleras de servicio y colocar en los peldaños material antideslizante o cintas.

Forma del accidente
Caídas durante el acceso o desembarque del buque.

Medidas preventivas
- Deberá disponerse de una escala de embarque, de una pasarela de embarque o de cualquier otro dispositivo similar que ofrezca un acceso apropiado y seguro al buque, correctamente iluminado.
- Se colocarán planchas o pasarelas de trasbordo en el caso de que la embarcación esté abarloada.
- Instalar aros salvavidas en las inmediaciones de las zonas de acceso o desembarque.

Forma del accidente
Golpes/desprendimiento cargas suspendidas.
(Aplastamiento por desplome de la carga o de la propia grúa, golpe o aplastamiento por balanceo de la carga).

Medidas preventivas
- Evitar la presencia de trabajadores en las proximidades de cargas suspendidas aplicando:
  - Medidas preventivas en el proyecto de instalación del equipo de elevación de cargas. Por ejemplo: delimitar la zona de trabajo del equipo, montar estructuras para evitar el balanceo de cargas, instalar barreras o resguardos para los tripulantes, procurar una buena visibilidad desde el puesto de mando del equipo, etc.
  - Medidas de tipo operativo. Por ejemplo: evitar, si es posible, elevar cargas con una maquinilla de cabirones; evitar la elevación de cargas con mal estado de la mar o con fuertes vientos; usar métodos de eslingado apropiados; evitar movimientos bruscos de desplazamiento de la carga; sujetar la carga con cuerda-guías mientras se encuentra apoyada en el suelo para impedir balanceos cuando se ice, etc.
  - Medidas de tipo organizativo. Por ejemplo: procedimientos de trabajo seguro, instrucciones de trabajo, presencia de recursos preventivos, formación e información, señalización, etc.
- Los tripulantes no se situarán debajo de un halador mecánico o de un motón de maniobra del arte para evitar recibir un golpe con los anillos de la jareta.
- En el caso de que no sea posible evitar la presencia de tripulantes debajo de las cargas, se deben adoptar medidas preventivas adicionales (por ejemplo, medidas que garanticen la retención de la carga aun en el caso de fallo de un accesorio de elevación).
- Utilizar casco de protección (Véase: Ficha de selección y uso de cascos de protección del INSSBT).
- Se utilizarán ganchos con pestillos de seguridad.
- Los cabos, y otros elementos que se utilicen para la elevación de cargas deberán ser adecuados[3].

Forma del accidente
Hundimiento.

Medidas preventivas
- La relinga inferior y la del contorno del copo se amarrarán al buque de manera que puedan soltarse rápidamente si, por ser excesivo el peso del pescado en la red, se pone en peligro la estabilidad del buque. La relinga inferior y la parte del copo unidas a la pluma del copo y/o la barandilla del buque, durante el salabardeo, llevarán anillas por la que pasará un cable de acero cuyos extremos se fijan al buque mediante un gancho de escape fácil del abrir. Si el buque escora peligrosamente y no es posible soltar el pescado, se largará la red inmediatamente o se cortará.
- El peso del cardumen que queda en el copo puede representar un peligro para la tripulación cuando sea izado a bordo la mayor parte del aparejo. Es aconsejable unir rabizas a la relinga de corchos en el copo de manera que pueda ser izada para liberar el cardumen.

APARTADO IV. Otras formas de accidentes características de la pesca de cerco

Forma del accidente
Sobreesfuerzo.

Medidas preventivas
- Las tareas de salabardeo se realizarán preferentemente mediante bombas de vacío o por medio de ayudas mecánicas, como es una grúa.
- En caso de salabardeo a mano, usar salabardos con guiado asistido.
- No se realizarán más de 30 alzadas con salabardos a mano de forma seguida, realizando rotación de tareas como medida organizativa para disminuir la carga física.
- Evitar el manejo manual de cargas superiores a 25 kg por una sola persona.
- Usar medios de elevación o transporte auxiliares para las cargas pesadas, o manipularlas entre dos o más personas (desembarque de bidones o cajas con capturas en puerto).
- 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.

Forma del accidente
Inhalación de productos químicos.

Medidas preventivas
- Disponer de la ficha de seguridad de los productos químicos utilizados (conservantes, hidrocarburos, etc.) y cumplir las indicaciones recogidas en dichas fichas.
- Establecer y seguir un procedimiento adecuado para

3. Véase la forma del accidente "GOLPE POR ROTURA DE ELEMENTOS EN TENSIÓN" en el apartado 2

acceder a la bodega en condiciones de seguridad (ventilación previa, medición de atmósferas, etc.).
- En buques de más de un tripulante no se trabajará en solitario en la bodega, pero si hay que hacerlo existirán medidas para realizar una vigilancia continua del trabajador.

BIBLIOGRAFÍA

MORENO REYES, F.J., GÓMEZ-CANO ALFARO, M.
Causas de los Accidentes Marítimos muy graves en la Pesca 2008-2013 .
INSHT. 2014

PÉREZ FORMIGÓ, M., CÁCERES ARMÉNDARIZ, P., PATRÓN VILLAR, J.M.
Selección de Equipos de Flotación Individual en Buques de Pesca de Bajura.
INSHT, 2011

MORENO REYES, F.J.
Buques de pesca: valoración de las condiciones de seguridad de los equipos de trabajo de a bordo. NTP 995.
INSHT, 2013

INSTITUTO VASCO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORALES (OSALAN)
Guía de Maniobras de Pesca y Trabajo Seguro para Cerco.
OSALAN, 2012 [Consulta 16 de junio de 2017]
Disponible en: http://www.infopreben.com/index.php/recursos-itsaspreben?start=6

FUNDACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, ANAVER, ANAMAR, CCOO Y UGT.
Manual de acogida en PRL para los trabajadores del mar.
MADRID, 2013

INSTITUTO GALEGO DE SEGURIDADE E SAÚDE LABORAL (ISSGA)
Prevención de riesgos laborales en el sector de la bajura. Pesca, marisqueo y acuicultura.
ISSGA, 2010

XUNTA DE GALICIA. CONSELLERIA DE TRABALLO.
Plan Integral de Seguridad Laboral. Guía de buenas prácticas en PRL y equipos de trabajo. Artes de cerco de jareta. Flotas de litoral y bajura.
VIGO, 2009

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT)
Código de seguridad para pescadores y buques pesqueros 2005. Parte A. Directrices prácticas de seguridad e higiene.
OIT, 2006

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL · inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.119

Seguridad en los trabajos de poda en árboles (I)

Safe working practices for tree-climbing operations (I)
Sécurité dans les travaux d´élagage des arbres (I)

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Luis Alberto Díaz-Galiano Moya
Técnico experto en la materia

Pedro Gómez Pastor
GAMESYSTEM ESPAÑA, S.A.

Esta NTP es la primera de una serie de dos donde se abordan los aspectos preventivos relacionados con los trabajos de poda en árboles. En esta primera se describe la problemática de este tipo de trabajos, los riesgos y factores de riesgo y las medidas de prevención y protección principalmente mediante la descripción de las técnicas y dispositivos principales necesarios para realizar de forma segura dicha actividad.

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

Los trabajos en árboles son labores que el hombre ha realizado desde siempre. Fundamentalmente se realizan trabajos de poda, tala, apeo o recogida de frutos. Desde hace muchos años se han desarrollado técnicas de acceso y desplazamiento por los árboles con la ayuda de un conjunto de dispositivos auxiliares para que dichos trabajos se realicen de la forma más segura posible. Aunque recientemente la aparición en el mercado de equipos de trabajo adaptados al entorno y sobre todo más seguros tales como Pemp, cestas sobre camión grúa con brazo articulado, etc., en la mayoría de los casos estas labores siguen realizándose de forma tradicional y ello implica que los trabajadores están sometidos al riesgo de caída de altura principalmente, con posibles consecuencias graves o muy graves. En esta NTP se describen diferentes métodos de acceso y trabajo seguro en árboles y los distintos dispositivos auxiliares complementarios para la prevención de los riesgos descritos.

2. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO

Los principales riesgos y factores de riesgo relacionados con los trabajos de poda de árboles son los siguientes:

- Caídas a distinto nivel debidas a:
  - Realización de los trabajos de acceso, desplazamiento y posicionamiento en árboles sin utilizar las técnicas y los EPI correspondientes para cada caso concreto.
- Cortes y lesiones varias debidas a:
  - Utilización de herramientas de corte manuales o a motor.
  - Quemaduras por fricción con las cuerdas utilizadas.
- Contactos eléctricos directos debidos a:
  - Realizar trabajos de poda en proximidad de líneas eléctricas aéreas en tensión.

3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección se desarrollan describiendo un conjunto de actuaciones previas al inicio de los trabajos (evaluación de riesgos, plan de trabajo y aspectos de carácter organizativo y de seguridad), las técnicas de trepa con sus fases y su aplicación práctica, la elección y certificación de la resistencia de los puntos de anclaje**,** la descripción del equipo y del material de trabajo y finalmente las medidas preventivas frente a otros riesgos descritos.

Actuaciones previas

Para realizar un determinado trabajo en un árbol se debe contar con una evaluación de riesgos específica y un plan de trabajo. En función de la evaluación de riesgos y del objetivo del trabajo a realizar se elegirá el sistema de trabajo más seguro y efectivo.

Evaluación de riesgos

La preceptiva evaluación de riesgos previa, debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Localización exacta del lugar de trabajo (dirección, coordenadas GPS, etc.).
- Los riesgos derivados del entorno en el que se realiza el trabajo tales como: el tráfico, la forma de llegar hasta el lugar de trabajo, la situación del árbol (en taludes, en montaña), el tipo de suelo, presencia de barro o zonas

pantanosas, la presencia de cables de líneas eléctricas, los bienes o animales a los que puede afectar el trabajo en el árbol, la climatología de la zona para establecer los límites meteorológicos en los que se puede trabajar, etc.
- Los riesgos derivados del tipo y estado del árbol. Antes de empezar a trabajar se debe realizar una breve evaluación visual del árbol que incluya el estado fitosanitario y biomecánico del ejemplar, incidiendo en el sistema radicular, cuello del árbol, tronco y ejes, así como en la existencia o no de cuerpos fructíferos de hongos xilófagos que puedan afectar a la mecánica del árbol y a la seguridad del trabajo, ya que este hecho puede derivar a medidas correctoras (por ej.: realizar el trabajo con el anclaje instalado en un árbol adyacente).
- Los riesgos derivados del sistema de trabajo empleado, en especial la compatibilidad de sistemas de corte con los sistemas de acceso y posicionamiento en el árbol.
- Los tiempos de descanso.
- Los riesgos para el hombre de tierra (*groundman*) y sus elementos de seguridad.
- La zona que se debe balizar.
- Como actuar en caso de emergencia, teléfonos de contacto, forma de avisar (puede ser necesario el uso de emisora) y como llegar al lugar del accidente. Puede ser necesario prever un lugar de encuentro con los servicios de emergencia.

Plan de trabajo

El plan de trabajo debe contemplar la labor a realizar, como llevarla a cabo, las medidas de seguridad y qué hacer en caso de emergencia. Además, todos los trabajadores deben tener la posibilidad de aportar mejoras al plan de trabajo previsto y todas las personas que participan en el trabajo deben conocerlo perfectamente.

Los trabajos en árboles con riesgo de caída en altura deben ser realizados por al menos dos personas. Uno de los trabajadores, denominado persona de tierra, habitualmente permanecerá en el suelo apoyando a la persona que trabaja en altura y será el encargado de realizar las labores de rescate en caso de emergencia. En función de la complejidad del trabajo, puede haber un solo hombre en tierra asistiendo a varios trabajadores en el árbol.

Es muy conveniente que los trabajadores dispongan de una ficha de evaluación de riesgos para cada árbol particular que se complete no solo la primera vez que se sube al árbol, sino en cada ocasión que se ascienda ya que la estabilidad y riesgos del árbol pueden variar con el tiempo por la presencia de tormentas, vientos, lluvias, hundimientos inesperados del terreno, etc.

Normas de organizativas

Antes de iniciar los trabajos en el árbol se deben realizar una serie de actividades organizativas de comprobación y verificación básicas para garantizar la seguridad de cada trabajo y que se exponen a continuación.
- Evaluar las condiciones de la corteza (mojada, congelada, etc.) y las condiciones meteorológicas previstas.
- Trabajar al menos dos personas, el trepador y la persona de tierra. Este último también debe conocer las técnicas de trepa y de rescate. Es esencial que exista una buena comunicación entre los dos trabajadores.
- Señalizar y respetar la zona de trabajo.
- Revisar todo el equipo antes de realizar las operaciones en el árbol, durante la operación y al finalizar. En estas técnicas es habitual utilizar nudos de fricción que pueden sufrir un desgaste elevado.
- Comprobar el funcionamiento de las comunicaciones previstas para avisar en caso de emergencia.
- Seleccionar desde el suelo por dónde se va a subir hasta la copa o ramas, como se va a acceder por las ramas hasta la zona de trabajo, como posicionarse y como bajar. La zona se debe elegir en función de la evaluación visual del árbol, escogiendo la más segura, por ejemplo si hay cables de tensión, se ascenderá por el lado contrario a los mismos.
- Los sistemas de acceso, movimiento y posicionamiento deben evitar la caída manteniendo siempre las cuerdas tensas.
- Evaluar la conveniencia de utilizar una cuerda de seguridad independiente con dispositivo anticaídas deslizante en los movimientos de acceso hasta la copa o ramas y bajada, maniobras que habitualmente se realizan en “suspensión”.
- Valorar que en algunos casos, el uso de la segunda cuerda puede aumentar el riesgo. Así, por ejemplo, se pueden formar enredos de cuerdas que comprometan las técnicas habituales de subida y bajada o, al haber más cuerdas por debajo del trabajador, puede aumentar el riesgo de que una rama que caiga se enganche en las cuerdas si en algún caso se trabaja desde el acceso. Además, no siempre es fácil encontrar dos puntos de anclaje independientes y el uso de dos cuerdas puede inducir a rebajar la exigencia al escoger los puntos de anclaje.
- Si se utilizan dos cuerdas y una de ellas dispone de un dispositivo anticaídas deslizante, el trabajador debe contar con un arnés compatible con este sistema y por lo tanto con anclaje esternal o dorsal (UNE-EN 361), lo que añade tirantes al habitual arnés utilizado por el trepador. No obstante, a expensas de las recomendaciones del fabricante, si existen ambas posibilidades es preferible utilizar el punto de anclaje dorsal, ya que en caso de caída, si el amarre se ha realizado enganchado al esternal, el impacto repercute de forma importante en las cervicales. En caso de que la evaluación de riesgos indique la posibilidad de utilizar una sola cuerda, se deberán aumentar los márgenes de seguridad, por ejemplo utilizando puntos de anclaje con mayor margen de seguridad.
- En los movimientos por la copa o ramas del árbol y en el posicionamiento para realizar el trabajo, normalmente no se trabaja suspendido de la cuerda, pues el trabajador apoya sus pies en las ramas y usa un sistema de sujeción para poder trabajar con las manos libres que facilita el trabajo y evita una posible caída.
- En los movimientos por las ramas se debe evaluar el uso de una segunda cuerda de seguridad, pero teniendo en cuenta el posible aumento del riesgo, especialmente la posibilidad de que se enreden las cuerdas o que se disminuya la movilidad del trabajador. Sí es habitual usar dos cuerdas de trabajo cuando eso facilita alcanzar el punto de trabajo.
- En el momento del posicionamiento en el lugar de trabajo será obligatorio el uso de una segunda cuerda siempre que se realicen labores de corte o para evitar péndulos, y se evaluará su uso cuando el trabajo se realice en “suspensión”. De acuerdo con este tipo de técnicas esta segunda cuerda en el movimiento por las ramas y en el posicionamiento, no siempre debe ser un sistema anticaídas, puede ser otra cuerda de trepa o eslinga tensa, ya que la segunda cuerda también trabajará en tensión evitando la caída.

- Los péndulos se limitarán siempre lo máximo posible, si es necesario con reenvíos de cuerda y/o puntos secundarios de anclaje.
- El trabajador debe tener siempre un sistema contra caídas al realizar un cambio de punto de anclaje o cualquier otra maniobra, aunque esté de pie o sentado y estable en las ramas.
- Verificar el lugar donde tirar la madera teniendo en cuenta la proximidad de edificaciones, máquinas u otros árboles. La técnica de trabajo puede depender de estos factores.
- Se debe localizar el punto de anclaje para realizar un posible rescate. Puede ser necesario dejar colocada una cuerda de rescate.
- En caso de realizar apeos sujetando las trozas al árbol antes de caer se deben tener en cuenta las fuerzas que va a recibir el árbol, sabiendo que en caso de utilizar un sistema de poleas se pueden multiplicar las fuerzas sobre el anclaje.

Normas generales de seguridad

La zona de operación se debe señalizar de forma que nadie ajeno al trabajo pueda entrar en ella. Debe ser lo suficientemente amplia para garantizar la seguridad de todos los trabajadores relacionados. De manera general, se pueden distinguir dos zonas, la primera, denominada **zona de trabajo**, en la que se ubica todo el equipo necesario y donde pueden situarse las personas relacionadas con los trabajos. Debe estar balizada y si se trabaja en cualquier zona del árbol será un círculo con centro en el árbol y de un radio como mínimo igual al doble de la altura del árbol. Toda persona que permanezca en este lugar deberá llevar casco y es muy recomendable el uso de ropa de alta visibilidad. Concéntrica a esta zona estará la **zona de peligro**, más reducida que la anterior y habitualmente corresponde con la proyección de la copa. En esta zona estará únicamente la persona de tierra y en ella tendrá autoridad la persona que esté en el árbol. En ocasiones puede ser necesario cortar el acceso por carretera o caminos al lugar de trabajo o desviar el tráfico.

El hombre de tierra debe permanecer en constante contacto con la persona que esté en el árbol, asistiéndole en todas las operaciones y anticipándose a todas sus necesidades. En lugares especialmente ruidosos, puede ser necesario prever la utilización de sistemas que faciliten la comunicación entre la persona que trabaja en el árbol y el hombre de tierra.

Se debe tener en cuenta los límites de las condiciones meteorológicas en las que se puede trabajar, en especial en situaciones de viento, lluvia o nieve.

El trabajo en árboles puede ser muy penoso, por lo que es imprescindible asegurarse del buen estado físico de los trabajadores, se deben prever los descansos necesarios y tener en cuenta esta situación para elegir el mejor método de trabajo.

Los equipos de trabajo (tanto los considerados EPI como los que no), deben ser los apropiados a la tarea, estar revisados y en perfecto estado.

En muchas ocasiones, estos trabajos se realizan utilizando equipos de corte. En estos casos, se debe tener en cuenta su compatibilidad con los equipos contra caídas.

Se debe valorar la posible presencia de insectos o animales que pueden presentar un riesgo para la persona que acceda al árbol o para los propios animales.

Todos los operarios deben saber aplicar maniobras de primeros auxilios en el lugar de trabajo y tener el material necesario para realizarlos en un botiquín a pie de árbol. Es recomendable que los trabajadores que suban al árbol lleven un botiquín de emergencia consigo y que dispongan de un silbato para advertir de una emergencia.

El hombre de tierra debe disponer de un equipo completo de acceso y trepa para poder realizar un rescate si fuera necesario.

Técnicas de trepa. Definición y fases

La prevención del riesgo de caída de altura que es el más grave que puede acontecer se basa en el conocimiento y la aplicación de las llamadas técnicas de trepa que son aquellas que utilizan sistemas basados en el uso de cuerdas ancladas sobre el propio árbol para llevar a cabo los trabajos de poda.

Otra condición imprescindible es que el operario disponga siempre de dos cuerdas.

Se desarrollan a continuación las cuatro fases de las que constan las técnicas de trepa.

Ascenso hasta la copa o ramas

Es la fase de trabajo que sirve para alcanzar la zona de ramas o copa del árbol. La forma más habitual de acceder al árbol consiste en colocar una cuerda llamada cuerda de acceso, en una rama con la ayuda de una hondilla (pequeño saco con peso unido a un cordino que se lanza desde el suelo). Una vez instalada el trabajador sube por la cuerda, quedando "suspendido" de la misma. Ver figura 1.

Figura 1. Acceso al árbol mediante cuerda.

Desplazamiento por las ramas del árbol hasta el punto de trabajo

Una vez alcanzada la zona de ramas del árbol, el trabajador coloca una cuerda en un punto alto a la que se une con un sistema que le permite regular su longitud de uso. La forma más utilizada es unir uno de los extremos de la cuerda al puente del arnés, pasar la cuerda por el punto de anclaje rodeándolo y anclar el otro extremo de la cuerda a través del sistema de regulación. A esta cuerda se le denomina cuerda de trabajo. Esta cuerda le facilita desplazarse por las ramas más o menos horizontales sin llegar a estar totalmente suspendido en muchas ocasiones. En función de la técnica de ascenso empleada y de dónde se ha colocado la cuerda de acceso se podrá utilizar también esta cuerda como cuerda de trabajo, por ello a veces se habla indistintamente de las dos cuerdas como "cuerda de trepa". Al aplicar esta técnica el trabajador habitualmente no está totalmente en suspensión ya que se apoya en las ramas. Ver figura 2.

Figura 2. Desplazamiento por las ramas.

Posicionamiento en el punto de trabajo

Para el posicionamiento en el lugar de trabajo y la restricción de movimiento (UNE-EN 358) los puntos de sujeción serán los laterales. Para la realización de trabajos verticales (UNE-EN 813), posicionamiento mediante cuerdas, se utilizará el punto ventral para colocar los equipos para el descenso o la progresión y los puntos dorsal o ventral (preferiblemente dorsal como ya se ha comentado dentro de las medidas organizativas) para colocar el anticaídas.

Figura 3. Posicionamiento en el punto de trabajo.

Para llegar al punto de operación, es posible que el trepador deba cambiar de anclaje la cuerda de trabajo. Para ello, antes de soltar la cuerda de trabajo de su posición el trabajador se ancla al árbol con otra cuerda (eslinga) con la que rodea el tronco o una rama quedando sujeto mientras realiza la maniobra de cambio. Ver figura 3.

Al llegar al punto de trabajo en el árbol el trepador esta unido a la cuerda de trabajo que le ha permitido moverse por las ramas, pero antes de hacer la labor concreta (cortar, etc.) el trabajador se debe anclar además con una eslinga o con una segunda cuerda de trabajo a un punto de anclaje diferente para evitar péndulos o prevenir caídas por cortes de cuerda. Normalmente el trabajador está apoyado en las ramas y las cuerdas y por lo tanto no está en suspensión.

Descenso

Se realiza por la cuerda de acceso o directamente por la cuerda de trabajo. En esta fase es normal que el trabajador quede "suspendido" de la cuerda. Ver figura 4.

Figura 4. Descenso del árbol.

Aplicación de las técnicas de trepa

La aplicación práctica de las técnicas de trepa para subir al árbol y desplazarse por él, depende de distintos factores tales como el tipo de árbol, los anclajes disponibles, el lugar de acceso, el punto y tipo de trabajo, pericia y gustos del trepador, etc. A continuación se desarrollan más detalladamente las fases más importantes del proceso de acceso y trabajo sobre un árbol.

Colocación de la cuerda

Para colocar la cuerda en las ramas se suele utilizar un pequeño saco de diferentes pesos unido a un fino cordino o hilo de hondilla. Se lanza el saco por encima del anclaje y con ayuda del hilo de hondilla se coloca la cuerda alrededor de la rama o se instala un salvarramas y a continuación la cuerda. También se puede lanzar la cuerda con un nudo en el extremo para que tenga peso y baje por otro lado de la rama, o ayudarse de la pértiga de poda. El sistema para dejar fija la cuerda a la rama dependerá de la técnica elegida de subida. Entre los ejemplos de sistemas de colocación de la cuerda se encuentran el salvarramas para uso de la cuerda en doble, la rama estrangulada y la cuerda anclada en la base del mismo árbol o de uno vecino (ver figura 5). Con esta última técnica la fuerza que resiste la rama puede llegar a ser el doble de la transmitida por el trepador. En la base del árbol se puede unir la cuerda con un sistema denominado desembragable, que permitiría bajar al trepador en caso de emergencia.

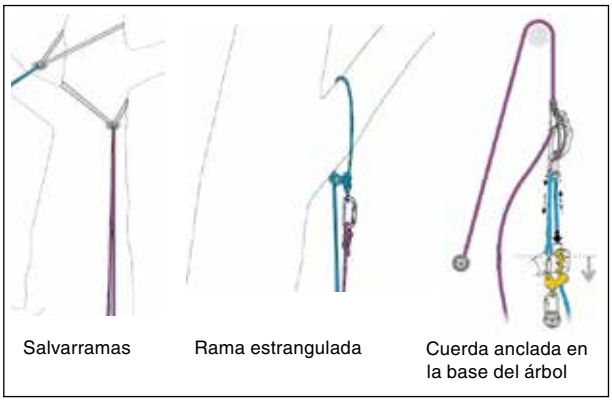


Figura 5. Sistemas de colocación de la cuerda. ©PETZL.

Acceso al árbol

Se denomina acceso al árbol la llegada a la zona de ramas, desde dónde se utiliza la cuerda de trabajo. Se describen a continuación algunas técnicas de acceso.

- Impulso corporal.
  La cuerda debe estar pasada por un salvarramas o alrededor de una rama (solo en el caso de apeo ya que la corteza se puede dañar). Al suelo llegan dos partes de la cuerda y se utilizan los dos para subir, por ello se engloba dentro de las técnicas de doble cuerda. La técnica consiste en unir un extremo de la cuerda a la anilla del puente del arnés. En la otra parte de la cuerda que viene desde el salvarramas se coloca un nudo autoblocante con un cordino o un aparato mecánico que hace su función, y el cordino o aparato se une de nuevo al puente del arnés.
  El trabajador se posiciona perpendicular al árbol colgando de las cuerdas. Tira de la cuerda que pasa por el nudo autoblocante a la vez que impulsa la cadera hacia arriba, a continuación desliza el nudo a una posición superior y queda colgando de nuevo del puente. Repitiendo este gesto se asciende.
  Está técnica es lenta, pero permite un descenso rápido en caso de emergencia y con ella se puede emplear la cuerda de acceso como cuerda de trabajo.
- Presa de pie asegurada.
  También partiendo de la cuerda en doble, colocada con salvarramas o estrangulando a una rama, se coloca un cordino con nudo autoblocante alrededor de las cuerdas que llegan al suelo. El cordino se coloca en el puente o anclaje ventral del arnés. Se coge la cuerda con las dos manos y el trabajador atrapa con sus botas la cuerda haciendo una presa de pie. A continuación el trabajador se alza sobre esta presa a la vez que desliza el nudo hacia arriba, para volver a quedarse colgado del arnés y volver a hacer la presa de pie repitiendo el gesto anterior. Ver figura 6.

Figura 6. Acceso mediante presa de pie asegurada.

Esta técnica tiene el inconveniente de que para descender no se debe confiar sólo en el nudo autoblocante y se debe utilizar otro aparato. Éste puede ser un dispositivo regulador de cuerda (UNE-EN 12841 tipo C), si la cuerda se ha estrangulado la rama, o un elemento de fricción siempre complementado con el nudo autoblocante.

Esta técnica básica tiene diversas variantes. Una de las más completas es sustituir el nudo autoblocante por un bloqueador con dos asas, en el bloqueador se coloca una cuerda de trabajo y ésta se une al puente del arnés (ver figura 7). De esta manera se consigue regular la distancia entre el bloqueador y el arnés y realizar un descenso rápido si fuera necesario. La presa de pie se puede sustituir por otras técnicas como el uso de dos bloqueadores que se colocan en las botas.

Figura 7. Técnica de acceso con bloqueadores en botas y utilizando un bloqueador de dos asas.

- Técnica de cuerda simple (TCS).

  Es una técnica que utiliza una sola de las dos partes de la cuerda que llegan al suelo para ascender. La cuerda se coloca en el árbol ahorcando a la rama o anclada en la base del árbol y pasada alrededor de una o varias ramas. El pasarla por encima de distintas ramas puede tener aspectos beneficiosos en función de cómo se elijan las ramas, así puede aumentar la resistencia del anclaje principal o aprovechar diferentes ángulos de trabajo.

  Esta técnica requiere colocar en la cuerda un bloqueador que puede tener solo un asa y unirlo al arnés a través de la cuerda de trabajo. Se usa además un bloqueador de pie y se asciende subiendo primero el pie y a continuación incorporándose para subir el bloqueador con asa. Este sistema permite un descenso rápido en caso de emergencia utilizando la cuerda de trabajo. Ver figura 8.

  Para un ascenso más cómodo se puede utilizar el puño con un asa o dos, el bloqueador de pie y un bloqueador ventral. El único inconveniente es que para el descenso con este sistema se debe incorporar un descensor y soltarse de los bloqueadores.

Figura 8. Técnica de ascenso mediante cuerda simple.

Cada vez con más asiduidad se utilizan dispositivos que funcionan como un nudo autoblocante para ascender por una cuerda simple, pero también permite el descenso, evitando así tener que soltar los bloqueadores.

- Ascenso alternando eslingas

  Una técnica sencilla para ascender a un árbol con ramas que permiten un ascenso fácil, es ir alternando eslingas a medida que se asciende. Primero se coloca una en un punto alto comprobando la solidez del anclaje, se asciende manteniéndola en tensión y antes de sobrepasarla se coloca otra más arriba, volviendo a comprobar la resistencia del nuevo punto de anclaje, y se pasa el peso a esta nueva eslinga para retirar la anterior.

- Ascenso utilizando espuelas

  La utilización de esta técnica de acceso, se debe limitar a la tala de árboles y a los casos de rescate en que sean necesarias, ya que causan daño en los árboles. Para utilizar esta técnica, el trabajador además de las espuelas, debe llevar un componente de amarre de sujeción o eslinga con la que rodea el tronco y anclada a las anillas laterales del arnés (es necesario disponer de un arnés con cinturón de sujeción y anillas laterales). A medida que asciende el trabajador va subiendo la eslinga y apoyando de forma firme la zona lumbar de la espalda en el cinturón. Las eslingas con alma de acero facilitan la operación, especialmente en troncos grandes. Para superar ramas que están en el tronco y obstaculizan la subida o bajada, puede ser necesario el uso de dos eslingas, de manera que al llegar a la rama se utiliza una nueva eslinga para ponerla por encima de ella.

  La utilización de la eslinga no siempre detendría la caída en caso de fallo en la aplicación de la técnica de espuelas o de rotura de la madera, por ello se debería llevar un sistema que evite o detenga la caída tanto en el ascenso como al realizar el trabajo concreto. Existen varias opciones para solucionar este problema, el elegir una u otra dependerá de varios factores como tipo de árbol, trabajo que se debe realizar o pericia del trepador. A continuación se exponen algunas soluciones posibles.

a) Colocar una cuerda con dispositivo deslizante anticaídas (UNE-EN 353-1). Para poner la cuerda en el árbol se pueden utilizar las técnicas de trepa (lanzamiento de hondilla). En el mercado se pueden encontrar pértigas que permiten pasar la cuerda por las ramas y traerla hasta el suelo. La cuerda se puede fijar en la base del árbol (lo que puede llegar a duplicar las

fuerzas en la rama) o fijarla en la rama a través de un nudo que estrangule la misma. Otra forma de colocar una cuerda es utilizar pértigas con cabezales grandes que son capaces de anclarse a algunas ramas o pasar un salvarramas alrededor de la rama con ayuda de la pértiga. Ver figura 9.

Figura 9. Colocación de cuerda con pértiga y cabezal grande y detalle del cabezal.

Una variante a tener en cuenta en función de los trabajos que se van a realizar y el tipo de árbol, es colocar un dispositivo retráctil (UNE-EN 360) en vez de la cuerda con dispositivo deslizante con la pértiga de cabezal grande.

Si se aplica esta solución en cualquiera de sus variantes se deberá disponer de un arnés con anclaje esternal o dorsal (UNE-EN 361)

b) Sustituir la cuerda con dispositivo deslizante comentado en el punto a) por la cuerda de trabajo normalmente colocada sobre el "puente del arnés" o en el anclaje ventral como si se fuera a realizar la técnica de "impulso corporal". Se debe vigilar que la cuerda de trepa no permita caídas mayores de 60 cm, por lo tanto se tendrá que ir ajustando la tensión a medida que se asciende o desciende. Este sistema facilita el paso de ramas que se encuentran en el tronco en la ascensión, ya que no es necesario llevar una segunda eslinga.

c) Utilizar eslingas que en caso de caída estrangulan el tronco y evitan que deslicen. En la figura 10 se puede ver un tipo de eslingas de estrangulamiento.

A continuación se desarrollan dos formas de conseguir un efecto de bloquear la eslinga o componente de amarre de sujeción al árbol en caso de caída.

1. Unir los dos ramales de la eslinga antes de llegar a las anillas laterales con un cordino, en uno de los ramales se realizará un nudo autoblocante y se une al otro ramal con un conector. Ver figura 11.

Figura 10. Eslinga de estrangulamiento sobre el tronco.

Figura 11. Unión de los dos ramales de la eslinga.

2. Colocar una cinta o cuerda regulable (UNE-EN 795) y unir a ella la eslinga para que en caso de caída ahorque la cuerda sobre el tronco. Con este sistema se debe comprobar que los conectores y piezas metálicas trabajan correctamente. Ver figura 12.

En ambos sistemas, el desplazamiento a lo largo del tronco no es fácil y se deben llevar guantes.

Estos métodos se deben utilizar junto al a) o b).

Figura 12. Fijación de la eslinga con un sistema regulable.

d) Colocar un salvarramas o cinta de anclaje alrededor del tronco con el mismo principio de estrangular el tronco del árbol. Se colocará por encima de la eslinga que asiste a la ascensión con espuelas y unida o bien directamente al anclaje ventral o al puente del arnés o a través de la cuerda de trepa, lo que facilitaría un rápido descenso hasta el suelo. Si se lleva arnés con anclaje esternal se puede unir a este punto. Al igual que en el caso anterior el desplazamiento por el tronco no es sencillo. Ver figura 13.

Figura 13. Cinta o salva ramas que estrangula el tronco.

En los trabajos realizados sobre espuelas, se pueden dar dos maniobras de corte especialmente peligrosas ya sea subiendo o bajando:

- Podar ramas a medida que se asciende y continuar subiendo por el tronco liso

  Este sistema se debe evitar ya que, entre otras causas, aumenta el riesgo de caída de ramas encima del trabajador, es ergonómicamente fatigoso, se tiene menos control sobre la motosierra y a medida que se asciende el tronco es menos estable. En caso de utilizarlo, para conseguir el segundo punto de anclaje serían válidos los métodos a) y b). En el caso de escoger el a) es mejor colocar el dispositivo de seguridad en el anclaje dorsal del arnés. Se debe tener especial cuidado con el movimiento de la motosierra al acabar el corte y apartarla de la rama para que no involucre ninguna cuerda. Además es aconsejable, en función del tamaño de las ramas que caen, llevar la cuerda de seguridad recogida en una bolsa que sube el trepador o que el hombre de tierra aparte la cuerda de bajada de la trayectoria de las ramas que caen.

  Si se adopta la solución c) en el momento de corte se debería poner una segunda eslinga por encima de la eslinga en la que se apoya el trabajador. En caso de haber ramas distintas a la que se van a cortar se puede pasar la eslinga por encima de estas ramas. Esta segunda eslinga es aconsejable que se una al puente del arnés o en su defecto al anclaje ventral.

También se puede adoptar la opción d), colocando el salvarramas lo más alto posible.

- Cortar el tronco a medida que se desciende para abatir el árbol en pequeños trozos.
  Es una de las situaciones más complicadas ya que el trepador va cortando la parte del árbol que está por encima de él.
  Se puede evaluar utilizar la opción a) colocando la cuerda en un árbol vecino o en una estructura existente o generada contigua (p.ej. un edificio al lado del árbol). La opción b) sería utilizable bajo la misma condición.
  La segunda opción es utilizar la opción d), y por lo tanto colocar un salvarramas que estrangule el tronco. En este caso el salvarramas se colocará por debajo de la eslinga armada de manera que quede protegido de un posible corte. En la utilización de técnicas de trepa la unión entre la eslinga y el arnés se suele hacer con la cuerda de trabajo unida al puente o anclaje ventral del arnés. Si se aplican técnicas básicas de altura es aconsejable unir al salvarramas un absorbedor de energía con sistema de amarre de cable de longitud no superior a 0,5 m conectado al anclaje esternal o dorsal del arnés. Ver figura 14.

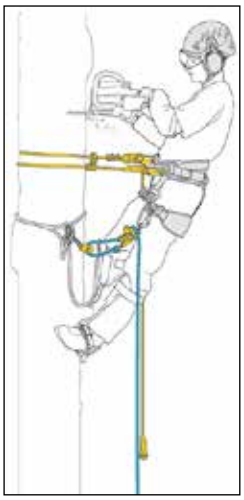


Figura 14. Corte de tronco descendiendo con salvarramas situado debajo de la eslinga. ©PETZL.

Desplazamiento

Una vez alcanzada la zona de ramas en el árbol, el trabajador deberá desplazarse por las mismas para llegar hasta el lugar de trabajo. El material más utilizado para conseguirlo es la cuerda de trabajo y una eslinga. Como se ha indicado la forma más habitual de utilizar la cuerda de trabajo es anclar un extremo de la cuerda en el puente del arnés, pasar la cuerda por un salvarramas por encima del trabajador y unir la parte que baja de la cuerda de nuevo al puente del arnés a través de un nudo autoblocante y un cordino o de un aparato que haga su función. La parte libre de la cuerda debe estar rematada por un nudo o un terminal manufacturado para evitar que llegue el final inadvertidamente y se salga del sistema de bloqueo. Ver figura 15.

Al llegar el trabajador a la zona de ramas se asegura con una eslinga, se suelta de la cuerda de acceso y coloca la cuerda de trabajo en un punto alto utilizando las mismas técnicas que para colocar la cuerda de acceso desde el suelo. Con la cuerda de trabajo colocada y unida al arnés pasa su peso a esta cuerda comprobando la solidez del anclaje, se suelta de la eslinga y utiliza la cuerda de trabajo para ascender más o para andar por las ramas en horizontal -manteniendo la cuerda en tensión- o para descender. Es esencial tener la cuerda en tensión en todo momento regulando su longitud con ayuda del nudo autoblocante o similar.

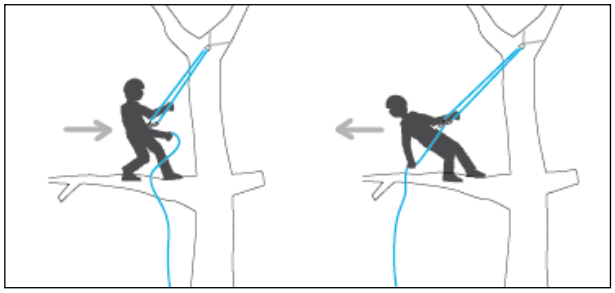


Figura 15. Desplazamiento por ramas ©PETZL.

Para llegar al lugar de trabajo a veces se coloca un salvarramas en otra rama o punto distinto de dónde está el anclaje principal y se pasa la cuerda por él cambiando así el ángulo de trabajo de la cuerda. Se debe recordar que cuanto mayor sea el ángulo de desvío de la cuerda más se cargará al anclaje. También es una técnica habitual colocar una segunda cuerda de trabajo en otro punto de anclaje para evitar péndulos y alcanzar mejor el lugar de trabajo, esta segunda cuerda de trabajo se puede hacer con lo que sobra de la primera.

En caso de tener que cambiar de lugar la cuerda de trabajo, el trepador debe anclarse con la eslinga, retirar la cuerda de su antigua ubicación y colocarla en la nueva.

Posicionamiento

Al llegar al lugar de trabajo, el trabajador se posicionará de la manera más segura y cómoda para realizar el trabajo. Para colocarse mejor, evitar péndulos o disponer de un segundo sistema de seguridad se utiliza normalmente una eslinga. Este segundo sistema será obligatorio siempre que se trabaje con herramientas cortantes.

Descenso

El descenso se puede realizar directamente desde la cuerda de trabajo o usando la cuerda de acceso.

Si se realiza desde la cuerda de trabajo es imprescindible comprobar que llega hasta el suelo, Para ello, sujetando el extremo de la cuerda, se hace descender un bucle con la parte libre de la cuerda y se ve que efectivamente toca el suelo. Al descender se mantendrá una velocidad moderada para no recalentar los cordinos por la fricción. La mano se colocará en el nudo, no por encima de él. Es posible aumentar la fricción de la cuerda pasándola por otros conectores, maniobra obligatoria cuando se esté realizando un rescate y desciendan dos personas a la vez.

En caso de descender por la cuerda de acceso, si está en doble se suele utilizar un aparato tipo “ocho”, pero siempre estando asegurado el trepador por un nudo autoblocante o aparato semejante. Si se puede bajar por la cuerda en simple es aconsejable utilizar un dispositivo regulador de cuerda tipo C (UNE-EN 12841).

Puntos de anclaje. Elección y certificación de su resistencia

Elección

La elección del punto de anclaje donde colocar la cuerda de trepa para poder ascender o descender es una maniobra de mucha responsabilidad.

En relación con los puntos de anclaje, hay que distinguir entre anclaje principal y anclaje secundario. El anclaje principal es el que soporta la cuerda de trepa (tanto de acceso como de trabajo) y el que tiene mayor importancia, ya que en muchas ocasiones el trabajador puede estar suspendido de él. Los anclajes secundarios complementan al anterior, se utilizan para colocar una eslinga que suplementa a la cuerda de trabajo para evitar péndulos

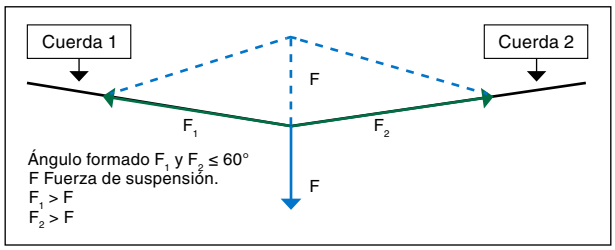
(ver figura 16). En los cambios de anclaje de la cuerda de trabajo y en los sistemas de seguridad complementarios, el punto dónde se coloca la eslinga debería ser un anclaje principal. Los puntos de reenvío pueden ser considerados principales en función del ángulo que haga la cuerda al pasar por ellos, ya que a partir de los 120° la fuerza que recibe el reenvío es igual que la fuerza que recibe un anclaje principal y a medida que ese ángulo disminuye la fuerza que realiza puede llegar a ser el doble que la fuerza del anclaje inicial de la cuerda.

El trabajador debe estar anclado siempre al menos a un anclaje principal. En ocasiones puede utilizar dos anclajes principales, por ejemplo cuando utiliza dos cuerdas de trabajo ancladas a cierta distancia del trabajador para tener doble sistema de seguridad y alcanzar mejor el punto de trabajo. Ver figura 17.

Figura 16. Anclaje secundario para evitar el efecto péndulo.

Figura 17. Trabajador con dos anclajes principales.

Si el trabajador está suspendido de dos cuerdas de trabajo con dos puntos principales a la vez, el ángulo que forman las dos cuerdas de trepa no deberá ser mayor de 60° para no sobrecargar los anclajes. Ver Esquema 1.



Esquema 1. Fuerzas sobre dos cuerdas formando un ángulo.

El punto de anclaje principal debería colocarse preferentemente en el tronco del árbol o en ramas principales y tener una resistencia mínima de 1200 daN, en base la norma UNE-EN-795.

Los anclajes suplementarios tienen menor importancia, especialmente en el caso en que su función sea evitar péndulos. Sin embargo según la norma indicada cualquier tipo anclaje contra caídas debería soportar también 1.200 daN.

A la hora de aplicar la Norma para saber cuánto tiene que resistir el árbol, se debe considerar éste como la estructura portante de un dispositivo de anclaje (p.ej. el salvarramas). Es importante tener en cuenta que la Norma fija la resistencia de los anclajes de manera que puedan soportar la detención de una caída, donde la fuerza de frenado puede llegar a ser de 600 daN, pero aplicando un factor de seguridad 2. Por otra parte la Norma marca una resistencia igual para los anclajes pensados para sujeción o retención para evitar confusiones entre los distintos anclajes.

En el caso de la trepa la mayor parte de las maniobras se aseguran de manera que el trabajador no llega a caerse, por lo tanto las fuerzas reales que se solicitan a los anclajes son menores. Por otra parte al elegir el trepador el punto de anclaje, puede distinguir si es un anclaje principal o secundario.

Certificación de la resistencia de un anclaje

Certificar la resistencia de un anclaje en el trabajo en árboles es relativamente complicado, pues en cada árbol se pueden utilizar muchos anclajes durante, por ejemplo, una poda y algunas veces es difícil conocer cuál será el más conveniente hasta que se está realizando el trabajo. Por otra parte, tiene una gran dificultad calcular la resistencia de un punto concreto y para hacer pruebas de carga, en algunas ocasiones un trabajador debería llegar antes hasta el mismo punto de anclaje que se quiere probar.

Por todo ello, los puntos de anclaje principales se deben probar utilizando siempre que sea posible el peso de dos personas. Esto se podrá realizar siempre que se pueda instalar la cuerda en el anclaje desde el suelo. Si se cambia el punto de anclaje principal desde el árbol, entonces se debe probar “rebotando” sobre el nuevo punto antes de quitar el anterior. Como se puede ver, la formación del trepador es esencial para poder elegir correctamente los puntos de anclaje. Para el anclaje secundario se exige que soporte al menos el peso del trabajador, aunque hay circunstancias en que se le debe exigir más, por ejemplo donde existe el riesgo de cortar la cuerda de trepa.

En ocasiones, sí es necesario hacer un estudio pormenorizado de un ejemplar concreto. Se debe considerar la posibilidad de certificar un lugar concreto como punto de anclaje cuando se realizan labores de forma repetitiva en ese punto. Es necesario recordar que la certificación debe ser actualizada ya que el árbol puede variar a lo largo del tiempo. Así mismo, no se debe olvidar que los accidentes más peligrosos se dan cuando se rompe el tronco principal, a veces por una mala valoración o por someterle a fuerzas mayores que el peso de una persona al sujetar las ramas que se van cortando. Existen métodos matemáticos para calcular la estabilidad de un árbol e incluso se puede recurrir a análisis instrumentales, en la bibliografía se indican fuentes dónde encontrar esta información.

Cuando el trepador elige el punto de anclaje, además de aplicar lo descrito en dicho punto, debe tener en cuenta lo siguiente:

- Debe soportar no sólo fuerzas verticales sino también laterales y debería ser manifiestamente resistente por su tamaño y solidez.
- Se debe situar lo más cerca posible de su unión con el tronco o con otra rama.
- Se debe analizar la unión entre la rama y el tronco, siendo preferibles las horquillas en forma de U, ya que las que tienen forma de V son más débiles.
- Es mejor utilizar el tronco principal que ramas laterales.
- Las ramas utilizadas como punto de anclaje no deben estar muertas ni presentar chancros.
- El tronco debe estar en perfecto estado.
- En caso de cualquier duda sobre la resistencia de una rama no se escogerá como punto de anclaje y si se duda de la resistencia del árbol no se subirá a él ningún operario.

Existen técnicas para unir varias ramas y generar un solo anclaje aprovechando la resistencia de cada una. Aun empleando esta técnica, cada anclaje debería ser suficientemente resistente por sí solo. Siempre es mejor un anclaje manifiestamente resistente que la unión de varios dudosos.

El uso de prismáticos puede ayudar al trepador a elegir mejor el anclaje, en especial cuando coloca la cuerda desde el suelo.

Descripción del equipo y material de trabajo

Arnés: el arnés utilizado es un arnés pelviano (sin tirantes) con perneras. Debe cumplir con las normas UNE-EN-358 y UNE-EN-813. Los más específicos cuentan con anclajes laterales indicados para utilizar con eslingas y anillas en las perneras unidas por una cinta o cuerda llamada puente en el que hay una anilla móvil. En estos puntos se ancla la cuerda de trabajo o la cuerda de acceso para aplicar la técnica de impulso lumbar. Pueden tener un anclaje ventral y existen modelos que o bien tienen tirantes o se les pueden montar con anclaje dorsal y esternal, convirtiéndose en un arnés compatible con sistemas anticaídas bajo la norma UNE-EN 361 (ver figura 18). Los arneses deben llevar porta materiales para que el trabajador lleve todo su equipo, incluido un botiquín.

Figura 18. Arnés específico de trepa.

Cuerdas: las cuerdas utilizadas deben cumplir con la norma UNE-EN 1891. Si bien cumplen la misma norma que las cuerdas utilizadas en trabajos verticales, su proceso de fabricación es diferente. Ambas cumplen el principio de alma (parte interior) y camisa (recubrimiento), en las dos la camisa está formada por hilos trenzados, pero mientras las cuerdas de trabajos verticales tienen el alma formada por cordinos torcidos, las de poda tienen el alma trenzada (doble brain) y el grosor de la camisa es mayor. Se debe recordar que la aplicación de nudos autoblocantes en poda es una maniobra habitual así como el aprovechamiento de la fricción de las cuerdas sobre las ramas, por lo que las cuerdas deben ser especialmente resistentes. Se pueden utilizar con los terminales hechos por el fabricante para colocar un conector o con los terminales hechos por el usuario de acuerdo con los manuales específicos. Normalmente se utilizan cuerdas a partir de 10,5 mm de diámetro.

Cuando se utiliza la cuerda tanto para acceso como para trabajo, se combina con un equipo que regula su longitud o que se bloquea sobre ella. Las cuerdas y los equipos deben ser compatibles según las instrucciones del fabricante.

No se debe confundir las cuerdas de trepa con las de carga, encargadas de sujetar troncos y ramas. Su constitución, dinamicidad, resistencia y carga máxima de utilización son distintas.

En todos los casos, antes de cada uso, se debe comprobar el buen estado de la cuerda verificando la inexistencia de cortes, saltos o discontinuidades.

Cordinos para nudos autoblocantes: en poda es habitual realizar nudos autoblocantes consistentes en enrollar alrededor de la cuerda de trepa otra cuerda o cordino, que servirá de unión entre la cuerda de trepa y el trabajador. (ver figuras 19a y 19b). El nudo se puede desplazar por la cuerda de trepa solo empujándolo, pero si se tensa con el peso del trabajador, morderá la cuerda y se frenará sobre ella. Por el uso que se les da, las cuerdas de trepa y especialmente los cordinos deben resistir muy bien el calor producido por la fricción y ser muy flexibles. Algunos están confeccionados con mezclas de fibras indicadas para estas circunstancias como la aramida. Dependiendo del diámetro de la cuerda y del nudo que se realice deberán tener un diámetro específico Pueden cumplir con la norma UNE-EN 354 (“Equipos de amarre”), la norma UNE-EN 795 (“Dispositivos de anclaje”) o simplemente llevar el marcado CE sin acogerse a ninguna norma. Lo importante es que el fabricante las haya diseñado para este fin.

Cada vez más fabricantes desarrollan aparatos mecánicos que sustituyen a los cordinos en su función autoblocante para utilizar en la cuerda de trabajo que se manejan de manera parecida a como se hace con los nudos. Estos aparatos deben llevar el marcado CE, algunos fabricantes no lo fabrican bajo ninguna norma y otros bajo la UNE-EN 358 (“componente de amarre de sujeción”).

También es posible sustituir el nudo autoblocante por un dispositivo regulador de cuerda (UNE-EN 12841 tipo C) en la cuerda de trabajo.

Salvarramas o cintas de anclaje: son cintas o cuerdas normalmente terminadas en dos anillas de diferente tamaño que se colocan en las ramas para proteger la cuerda y la corteza del rozamiento entre las dos. El salvarramas rodea la rama y la cuerda se cuelga de él. Se pueden colocar y quitar desde el suelo mientras que algunas se pueden colocar ahorcando el árbol. Deben llevar el marcado CE y pueden estar certificadas bajo la norma UNE-EN 795.

Dispositivos reguladores de cuerda. Descensores y bloqueadores: cuando se utiliza la técnica de una sola

Figura 19a. Nudos autoblocantes.

Figura 19b. Ejemplo de confección de un nudo autoblocante..

cuerda (TSC), es normal descender por la cuerda con unos dispositivos utilizados principalmente en trabajos verticales llamados descensores, que permiten regular la velocidad de descenso. Deben llevar el marcado CE y están certificados bajo la norma UNE-EN 12841 tipo C.

Figura 20. Bloqueador de dos asas. ©PETZL.

Cuando se accede al árbol con la técnica de presa de pie asegurada descrita en el apartado sobre "aplicación y fases de la técnica de trepa", se puede utilizar dispositivos especialmente diseñados para el descenso aprovechando el rozamiento por la cuerda. Estos dispositivos no son EPI si no llevan función de bloqueo incorporada y en este caso no puede llevar el marcado CE, además se deben complementar con un sistema que detenga el descenso en caso de que el trepador pierda el control.

Para ascender, tanto con la técnica TSC como en otras técnicas con doble cuerda, se pueden sustituir los nudos autoblocantes por un bloqueador para cuerda doble con dos asas, habitualmente denominado "puño" (ver figura 20). También existen bloqueadores para colocarlos en el anclaje ventral del arnés. Al igual que los descensores, ambos tipos de bloqueadores deben llevar el marcado CE y pueden cumplir la norma UNE-EN 12841 tipo B. Si se utilizan este tipo de bloqueadores se deben poner por encima de ellos nudos autoblocantes de seguridad, pues existe la posibilidad de que una rama anule su efectividad, a no ser que el bloqueador lleve un sistema de protección incorporado.

Poleas: Para mejorar el sistema de regulación de cuerda realizado con un nudo autoblocante, es muy habitual ayudarse de una pequeña polea. Las poleas que se utilizan para este fin se consideran EPI y deben llevar el marcado CE. Normalmente están certificadas bajo la norma UNE-EN 12278.

Muchos fabricantes autorizan su uso para cargas. Las poleas utilizadas para manipular cargas no se deben usar como EPI y se debe respetar la carga límite de trabajo indicada por el fabricante en su manual de instrucciones.

Eslingas: las eslingas utilizadas para estas actividades, son cuerdas provistas de un dispositivo que permite regular su longitud. Se utilizan como elemento de sujeción al árbol, de manera que el trabajador apoya los pies en las ramas, rodea el árbol con la eslinga y la conecta a los anclajes laterales del arnés. También se pueden emplear como anclaje secundario para evitar péndulos o como anclaje secundario de seguridad cuando se utilizan herramientas cortantes.

Existen eslingas con alma metálica, que tienen una mayor resistencia al corte que permiten rodear troncos de gran diámetro. Existen otros equipos que tienen una parte textil entre el sistema de regulación y el arnés para facilitar su corte en caso de rescate. En cualquier caso el podador debe utilizar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante, no incluyendo un elemento textil intermedio entre el arnés y la eslinga si el fabricante no lo autoriza. Ver figura 21.

Las eslingas son un equipo idéntico a la cuerda de trabajo pero habitualmente más cortas, por ello se puede elaborar una eslinga partiendo de elementos certificados tales como cuerdas, cordinos o conectores y que sean compatibles entre sí de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

En el mercado existen eslingas que utilizadas en un tronco más o menos liso pueden ajustarse a él y no deslizar en caso de caída del trabajador, también existen salvarramas que utilizadas conjuntamente con la eslinga minimizan el riesgo de caída, como ocurre con su uso conjunto de un cordino y un nudo autoblocante.

Eslinga conforme a la UNE-EN 358

Eslinga formada por una conjunción de elementos certificados

Figura 21. Tipos de eslingas.

Conectores: también conocidos como mosquetones, su función es unir diferentes elementos. Deben tener marcado CE y se amparan en la norma UNE-EN 362. Siempre deben tener un bloqueo del cierre para que no se abran involuntariamente, de manera que sean necesarios al menos dos movimientos voluntarios y distintos para abrirlos. En técnicas de trepa se utilizan conectores con sistema de bloqueo de tres movimientos, excepto en ciertas ocasiones en las que algunos fabricantes diseñan el conector que une la eslinga al arnés, con dos movimientos para el bloqueo y con un sistema sencillo de desbloquear por tener que ponerlo y quitarlo muchas veces.

El conector debe recibir la fuerza sobre el eje mayor por ser en esa posición más resistente. Se debe evitar cualquier posición que lo debilite, debiendo evitar que trabajen en sentido transversal, cargarse sobre el gatillo o sobre una arista o saliente haciendo palanca.

Cascos: tanto el trepador como la persona de tierra deben llevar siempre casco. A la persona de tierra le protegerá de la caída de objetos, al trepador tanto de la caída de objetos y de protección de la cabeza en caso de producirse una caída quedando inconsciente, lo que podría desencadenar el trauma del arnés, por el que una persona inconsciente en suspensión puede sufrir graves daños en un breve espacio de tiempo.

Deben llevar el marcado CE y en muchas ocasiones está fabricado según la norma UNE-EN-397. Esta norma contiene especificaciones que no se corresponden totalmente al trabajo en árboles, como la protección frente a metal fundido o la rotura del barbuquejo a menos de 25 daN. Por ello se pueden llevar cascos especialmente diseñados para el trabajo en altura a pesar de no cumplir íntegramente la norma pero que su fabricante debe indicar que son válidos para esta función.

El casco debe llevar barbuquejo y posibilidad de acoplar al menos una protección auditiva. Es conveniente que también se le puedan acoplar gafas y protector facial, así como que lleve un silbato para poder avisar en caso de necesidad.

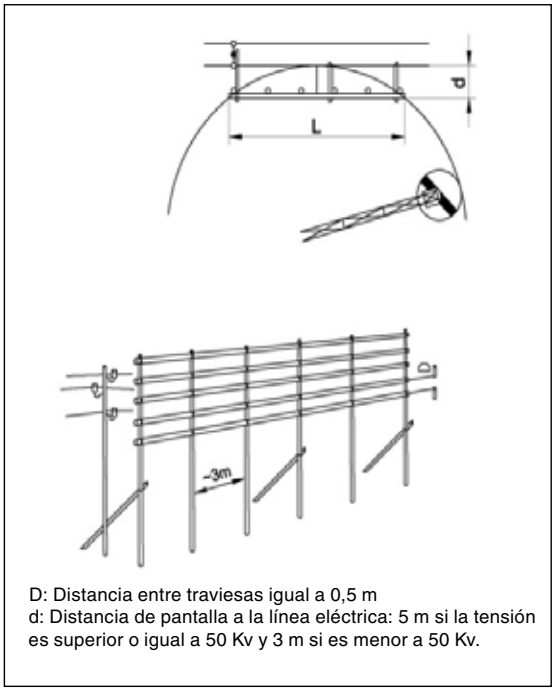
Medidas de prevención frente a otros riesgos descritos

Cortes o lesiones

Se deben adoptar las siguientes medidas de seguridad:
- Utilizar una eslinga con alma metálica teniendo en cuenta que es vulnerable frente a una motosierra.
- Utilizar preferentemente el serrote frente a la motosierra.
- Las motosierras deben tener el tamaño adecuado al trabajo, arrancarlas con el freno puesto prestando atención al recorrido que pueda realizar la máquina en el momento de arrancarla y pararla al cambiar de posición o si no se va a usar durante más de treinta segundos. Las personas que utilicen estas máquinas deben tener una formación suficiente y adecuada.
- Las herramientas se deben utilizar lo más lejos posible de las cuerdas. En el caso de la motosierra se debe usar en el lado opuesto al de las cuerdas, siendo especialmente cuidadoso al retirar la sierra del corte. En determinados casos se debe contemplar la posibilidad de usar pértigas de poda.
- El trabajador debe adoptar la mejor posición para realizar el corte.
- Se debe prever como caerán las ramas, para que no involucrar en su caída las cuerdas o al propio trabajador.
- Generalmente la rama que se corte debe estar situada por debajo del podador.
- Si es necesario se debe realizar un apeo controlado atando la rama y guiando su descenso.
- Si no es posible realizar el corte lejos de las cuerdas o no hay puntos de anclaje resistentes o existe cualquier duda no se realizará la labor y se replanteará la forma de realizar el trabajo.
- Utilizar los EPI apropiados para proteger de los riesgos complementarios, como pueden ser la protección auditiva, ocular o de las extremidades.

Contactos eléctricos directos

- Si hay cables eléctricos en tensión en las proximidades del árbol, se debe mantener las distancias de seguridad. El lanzamiento de la hondilla o de la cuerda para alcanzar un punto de anclaje puede aumentar el riesgo eléctrico, así como los posibles péndulos que puede sufrir el trabajador. Teniendo en cuenta estos factores se evaluará si se puede realizar el trabajo siguiendo el siguiente protocolo:
  La primera medida a tomar es **solicitar la desconexión** de la línea mientras dure el trabajo.
  Si la desconexión no es posible hay que adoptar las siguientes medidas:
  – Señalizar y delimitar la zona de influencia de la línea.
  – Mantener la **distancia de seguridad** adecuada según lo establecido en el Real Decreto 614/2001.
- Si no es factible mantener la distancia de seguridad se debe proteger la línea mediante una pantalla de protección. Ver figura 22.



D: Distancia entre traviesas igual a 0,5 m
d: Distancia de pantalla a la línea eléctrica: 5 m si la tensión es superior o igual a 50 Kv y 3 m si es menor a 50 Kv.

Figura 22. Distancias a líneas elécricas aéreas. Pantalla de protección.

4. FORMACIÓN

Los trabajadores deberán recibir y tener la correspondiente formación en materia de prevención de riesgos laborales de acuerdo con lo que exige la Ley 31/1995, en su artículo 19. Igualmente el trabajador debe tener la formación específica en las técnicas de trabajos de poda de conformidad con lo dispuesto en el RD. 1215/1997, Anexo II 4.4.1 f), así como estar informado de los riesgos y las medidas preventivas inherentes a los trabajos que realizan, entre los que cabe destacar los necesarios para evitar el riesgo de caídas a distinto nivel.

BIBLIOGRAFÍA

Legal

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.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

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

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

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.

Técnica

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo. Edición 2011. INSHT.

Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Edición 2012. INSHT

NTP 774. Sistemas anticaídas. Componentes y elementos. INSHT. 2007.

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

UNE-EN 354:2011. Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre. AENOR**.**

UNE-EN 355:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía. AENOR.

UNE-EN 358:2000. Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componente de amarre de sujeción. AENOR.

UNE-EN 360:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles. AENOR.

UNE-EN 361:2002. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas. AENOR.

UNE-EN 362:2005. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores. AENOR.

UNE-EN 365:2005 +ERRATUM:2006. Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje. AENOR.

UNE-EN 397:2012+A1:2012. Cascos de protección para la industria. AENOR.

UNE-EN 795:2012. Equipos de protección individual contra las caídas de altura. Dispositivos de anclaje. AENOR.

UNE-EN 813:2009. Equipos de protección individual contra caídas. Arneses de asiento. AENOR.

UNE-EN 1891:1999+ERRATUM:2000. Equipos de protección individual para la prevención de caídas desde una altura. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas. AENOR.

UNE-EN 12841:2007. Equipo de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda. AENOR.

UNE-EN 12278:2007. Equipo de alpinismo y escalada. Poleas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo. AENOR

Empresa colaboradora:

Gamesystem España, S.A.
C/ Aeronáuticas, 5.
28923 Alcorcón (Madrid)

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.120

Seguridad en los trabajos de poda en árboles (II): técnicas básicas y de rescate

Safe working practices for tree-climbing operations (II): basic and rescue technics
Sécurité dans les travaux d´élagage des arbres (II): techniques de base et de sauvetage

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

José Mª Tamborero del Pino
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Luis Alberto Díaz-Galiano Moya.
Técnico experto en la materia

Pedro Gómez Pastor
GAMESYSTEM ESPAÑA, S.A.

Esta NTP es la segunda de una serie de dos donde se abordan los aspectos preventivos relacionados con los trabajos de poda en árboles. En esta segunda se describen las técnicas de rescate y de adaptación de maniobras básicas de trabajo en altura a la poda, utilización de otros equipos de trabajo, los tipos de revisiones del equipo y la formación. Se considera conveniente la lectura de la primera NTP para la mejor comprensión de lo desarrollado en este documento.

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. TÉCNICAS DE RESCATE

En los trabajos en árboles los operarios están expuestos a riesgos como caídas, cortes, pérdidas de conciencia, golpes con ramas que caen, contactos eléctricos, etc. Para el caso en que se produzca un accidente se debe tener previsto actuaciones de tipo organizativo y técnico para realizar el rescate del operario accidentado de forma rápida y segura. Para ello se describen los principios organizativos que deben conocer los operarios implicados y las técnicas de rescate propiamente dichas.

Principios organizativos

- Todos los participantes en el trabajo deben saber cómo avisar a los servicios de emergencia (puede ser necesario el uso de emisora) y como dar indicaciones para llegar al lugar del accidente.
- La persona de tierra debe estar capacitada y tener los medios para realizar un rescate y estar familiarizado con los equipos puestos a su disposición. Deberá disponer de un equipo completo de trepa (trabajo y rescate).
- La empresa debe tener preparado y disponible un “kit de rescate”. El material del kit debe utilizarse únicamente para el fin al que está destinado. El kit debe disponer de una cuerda semiestática de 10,50 mm de diámetro, una polea, mosquetones, descensores y cinta para poder suspender la polea fija.
- Si se produce un accidente se debe seguir el protocolo PAS (Proteger, avisar y socorrer). Se detendrá el trabajo y se protegerá el lugar –por ejemplo balizando la zona-, al accidentado y al resto de personas a las que puede influir la situación. En caso de producirse un accidente por contacto eléctrico no se realizará el rescate hasta que no se haya cortado la tensión.
- Después de hacer una evaluación del herido y de la situación se debe decidir si se llamará a los servicios de emergencia. El aviso se realizará antes de comenzar el rescate. Al avisar se dará toda la información necesaria: lugar, tipo de accidente, estado del herido, en su caso tiempo que lleva inconsciente el herido, situación del herido (en el árbol, en el suelo…), indicaciones para llegar al lugar o a un sitio desde dónde se guiará a los servicios de emergencia y toda la información que demande el servicio de emergencia.
- Si es necesario y posible se debe tranquilizar al herido, dándole instrucciones para que pueda evitar riesgos que estén presentes (por ejemplo apagar la motosierra, cambiarse de lugar por ser inseguro…) y si está en suspensión animarle para que se mueva o para que alcance un lugar en el árbol dónde se pueda sentar o tumbar. Se debe recordar que una persona inconsciente en suspensión puede sufrir graves daños en un breve espacio de tiempo.
- Desde el suelo se debe seleccionar como llegar hasta el herido y que sistema de recate se va a utilizar. Se elegirá el sistema más eficiente y rápido además de seguro para los rescatadores y para el herido. En algunos casos se tendrán que cortar ramas o quitar obstáculos para facilitar el rescate.
- Sólo intentarán el rescate las personas que estén capacitadas y cuenten con el material adecuado.
- Al llegar al herido se debe evaluar su posición, asegurándolo si es necesario y retirando los elementos y herramientas que puedan suponer un riesgo, y se valorará su estado. Si es necesario se aplicarán primeros auxilios, para ello el rescatador debe llevar un botiquín. Si el accidentado está inconsciente y suspendido de una cuerda se le debe llevar a una posición horizontal o sentado pero siempre sobre una superficie. Si hay

sospechas de daños traumáticos vertebrales no se le debe mover hasta que llegue ayuda especializada, a no ser que el accidentado esté en suspensión.
- Durante la actuación el rescatador debe estar en contacto con el herido. Suele ser preferible que el rescatador descienda junto al herido para poder sortear obstáculos.
- Si el herido ha estado suspendido del arnés inconsciente y no tiene otros daños, al llegar al suelo se le debe colocar en posición semisentada.
- En cualquier caso es de especial importancia que el trepador y el hombre de tierra tengan formación suficiente en técnicas de rescate y primeros auxilios en árboles.

Técnicas de rescate

Existen múltiples técnicas de rescate en función del tipo de accidente. En los manuales de trepa los rescates se realizan con el material habitual del podador: cuerdas, nudos autoblocantes, poleas, etc.

A continuación se describen distintas formas de rescate en función de la situación del accidentado.

- Si el herido está en la cuerda de trabajo o de acceso, su equipo está operativo y se puede utilizar su cuerda para descender hasta el suelo, el rescatador y el herido bajarán cada uno por su cuerda de trabajo. El rescatador aprovechará la eslinga del herido para ponerle en una posición sentada sobre el arnés y unirá el herido a su arnés por ejemplo con un cordino para no perder contacto con el accidentado. El rescatador manipulará los dos sistemas de bloqueo para descender junto al herido, puede utilizar su eslinga para desplazar el sistema de bloqueo del herido manteniendo siempre la cuerda del herido controlada. Ver figura 1.

Figura 1. Rescate aprovechando la cuerda de trabajo del herido.

- Si el herido está en la cuerda de trabajo y su equipo está dañado, o la cuerda no llega hasta el suelo, el rescatador debe acceder hasta el herido por su cuerda de trabajo, esta cuerda debe ser suficientemente larga como para llegar hasta el suelo. A continuación une al herido a su cuerda de trabajo en la parte fija por ejemplo con un cordino y un nudo de fricción o a su arnés y pasa el peso de la cuerda de trabajo del herido a la del rescatador. Este paso de carga debe realizarse con suavidad, una vez pasado el peso se debe soltar la cuerda del herido. En este caso también se debe aprovechar la eslinga del herido para incorporarle haciendo una suerte de respaldo. Para que el descenso sea efectivo se debe aumentar la fricción de la cuerda de trabajo pasándola por ejemplo por uno o más conectores en el arnés.
- Se pueden valorar otros sistemas como colocar una cuerda en la base del árbol con un sistema desembragable (sistema que se bloquea bajo tensión, pero permite liberar esta tensión de manera controlada para poder descender al herido), pasar la cuerda por una rama o salvarramas por encima del herido y colocársela al herido para modular su velocidad de descenso desde el suelo. Este sistema se puede utilizar para rescatar a una persona que se haya quedado suspendida de la eslinga o del sistema de seguridad mientras ascendía con espuelas por un tronco liso sin ramas.
  En este caso, si no hay ramas para colocar la polea se puede hacer con el salvarramas una “falsa horquilla”, consistente en rodear el tronco de manera que la cinta lo estrangule y de ahí colgar la polea.

Para aplicar esta técnica puede ser necesario en primer lugar elevar ligeramente al herido para liberarlo de sus elementos de conexión con el tronco y después descenderle. Esta elevación se puede lograr con un sistema de poleas colocada en la base del árbol (polipasto). Es preferible liberar al accidentado de su sistema de conexión al árbol con este sistema que cortar su sistema de conexión. Excepto en casos muy concretos no es en absoluto recomendable cortar cuerdas para realizar un rescate. Ver figuras 2 y 3.

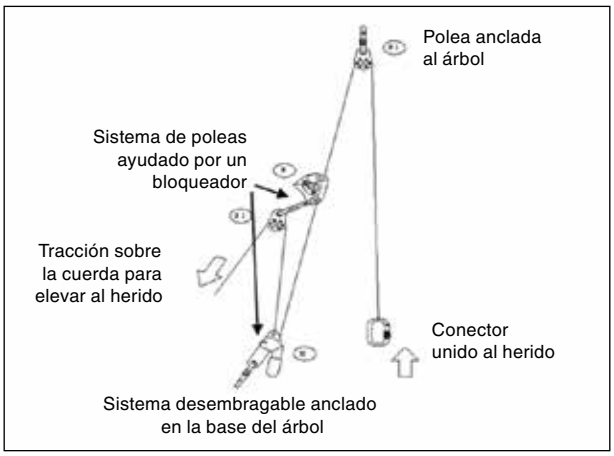


Figura 2. Ejemplo de sistema de poleas y sistema desembragable situado en la base del árbol para elevar ligeramente al herido.

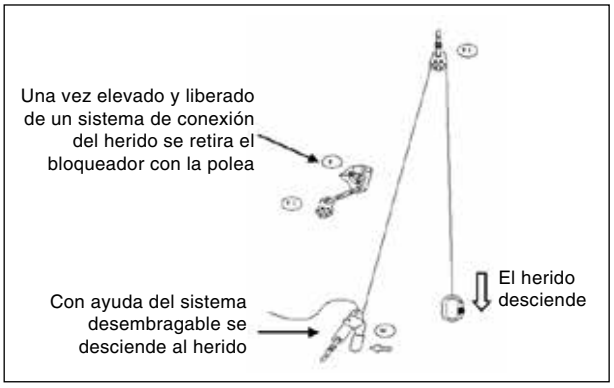


Figura 3. Sistema preparado para descender al herido.

Una variante de esta técnica consiste en poner el sistema desembragable en el anclaje por encima del herido en vez de la polea y realizar ahí el polipasto, de manera que una sola persona puede realizar el rescate.

A pesar de no estar extendido entre los trepadores, es muy aconsejable valorar la utilización de dispositivos de descenso para rescate conformes a la norma UNE-EN 341 con sistema de elevación. Estos aparatos se colocan por encima del trabajador herido, se le conecta la cuerda de rescate y girando un disco se consigue elevar levemente el herido si es necesario, quedando así suspendido del dispositivo de rescate. A continuación se le suelta de su sistema de sujeción y desbloqueando el dispositivo se desciende al trabajador. Ver figura 4.

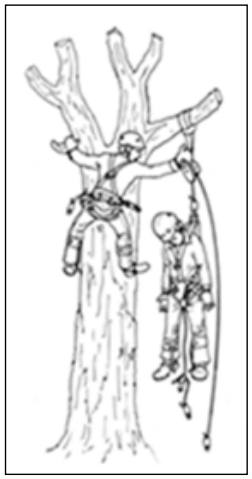


Figura 4. Rescate usando un descensor.

2.TÉCNICAS BÁSICAS DE TRABAJO EN ALTURA GENERAL APLICADAS A LA PODA Y MATERIAL AUXILIAR

En muchas ocasiones los trabajadores tienen como una parte de su labor, pero no la única, el mantenimiento ocasional de árboles. Para ello realizan operaciones sencillas que no requieren la destreza y los conocimientos de las técnicas de trepa, pero en las que pueden aplicar técnicas habituales en el trabajo en altura utilizadas en el resto de los sectores en los que existe este riesgo. Se describe a continuación la forma segura de realizar cada una de las distintas fases (acceso, desplazamiento, posicionamiento y descenso).

Acceso

El acceso a las ramas se suele hacer con una escalera. Es muy conveniente instalar durante el ascenso un sistema anticaídas consistente por ejemplo, en una cuerda con un dispositivo deslizante; este dispositivo se debe elegir teniendo en cuenta su velocidad de bloqueo y la distancia de frenado sin dar preferencia a la comodidad del dispositivo. Asimismo, con este sistema el operario nunca debe situarse por encima del punto de anclaje.

Para colocar la cuerda se pueden seguir entre otras las siguientes técnicas:

- Usar una pértiga para pasar la cuerda alrededor de la rama y volverla a traer al suelo o una pértiga con conector de gran apertura para anclarla a la rama;
- Colocar una cinta de anclaje con ayuda de una pértiga;
- Lanzar la cuerda con un nudo que se deshaga al caer la cuerda al otro lado de la rama y fijar la cuerda desde el suelo estrangulada a la rama o anclada a la base del árbol.

En caso de utilizar la pértiga con conector, en algunos árboles se puede ir recolocando la pértiga cada vez más arriba cuando se llega a dónde está anclada y subir así incluso por las ramas. Para realizar la operación de cambio de anclaje de la pértiga, el trabajador se debe asegurar con el componente de amarre de sujeción y el doble gancho.

Desplazamiento

Cuando se ha alcanzado la zona de ramas y se debe abandonar la escalera, el trabajador para desplazarse puede utilizar dos técnicas sencillas además de la ya mencionada de recolocar la pértiga:

- Colocar cintas de anclaje en las ramas, normalmente ahorcándolas con una o dos vueltas, para unir a ellas el doble gancho mientras el trabajador progresa apoyado en las ramas. Las cintas se deben colocar en una posición alta para que la fuerza de frenado en caso de necesitarse, sea muy baja y la caída pequeña. Es un sistema sencillo no aplicable en todos los tipos de árbol y tiene el inconveniente de que aumenta la distancia de frenado. Ver figura 5.

Figura 5. Desplazamiento con doble gancho.

- Utilizar un sistema consistente en alternar eslingas indicado en el apartado de formas de acceso al árbol descrito dentro de las técnicas de trepa. Es un sistema más complejo pero válido si las distancias entre ramas son grandes o las ramas son muy anchas y no se pueden utilizar las cintas de anclaje.

Posicionamiento

Al llegar al lugar de trabajo, el operario se debe posicionar de forma cómoda utilizando el componente de amarre de sujeción y el doble gancho con cintas de anclaje. El doble gancho debe colocarse en una posición alta y en un anclaje primario. Puede ser necesario utilizar un segundo componente de amarre para posicionarse mejor. Ver figura 6.

Figura 6. Posicionamiento reasegurado con doble gancho.

Durante el trabajo se tendrá en cuenta lo expuesto sobre la seguridad en el uso de herramientas cortantes.

Descenso

El descenso se realiza habitualmente con la escalera utilizando el sistema anticaídas utilizado en la subida.

Material auxiliar

El material auxiliar necesario puede variar en función de los tipos de árboles y la labor que se vaya a desarrollar, pero un equipo básico para el acceso y la prevención de la caída a distinto nivel es:

- Casco (UNE-EN 397 o específico para trabajos en altura).
- Arnés anticaídas (UNE-EN 361) con cinturón de sujeción (UNE-EN 358).
- Dos cintas de anclaje (UNE-EN 795) o salvarramas.
- Un componente de amarre de sujeción, denominado eslingas en las técnicas de trepa. (UNE-EN 358). En algunas situaciones si se utiliza la técnica de alternar eslingas, es necesario disponer de dos componentes de amarre.
- Un doble gancho (UNE-EN 355). En caso de realizar cortes puede ser de cable. La longitud debe ser lo más pequeña posible siempre que permita realizar el trabajo. Ver figura 7.

Figura 7. Ejemplo de doble gancho.

- Cuerda con dispositivo deslizante anticaídas (UNE-EN 353-1).
- Pértiga para la colocación de la cuerda.

3. UTILIZACIÓN DE OTROS EQUIPOS DE TRABAJO

Escaleras de mano

Las escaleras de mano para trabajo en árboles se utilizan tanto en técnicas de trepa para el acceso a las ramas como en técnicas menos sofisticadas. En su uso se deberá tener en cuenta la legislación y otros documentos técnicos aplicables (RD. 2177/2004 y NTP 239).

Normas de seguridad

La escalera tiene que estar perfectamente estable, con los peldaños horizontales y si se apoya sobre el tronco del árbol con una inclinación aproximada de 75°.

Siempre que sea posible se colocará un sistema anticaídas como por ejemplo una cuerda con un dispositivo deslizante compatible con la cuerda. Para ello se pueden aplicar exactamente las mismas técnicas explicadas anteriormente.

Si la escalera se apoya en el tronco se deberá sujetar con cuerdas siempre que sea posible. Si el tronco no tiene ramas se podrá utilizar uno de los sistemas comercializados para atarla arriba y abajo o hacerlo con una cuerda como si se tratara de un poste o farola (Ver NTP 239).

Se debe evitar trabajar desde la escalera pero en los casos que sea necesario, el trabajador deberá permanecer anclado al árbol o a un anclaje eficaz mientras se realiza el trabajo.

Si se trabaja desde la escalera en labores de poda se debe tener en cuenta el movimiento del árbol después de apear una parte de él, por ejemplo si se apoya la escalera en una rama y se corta una parte de ésta, la rama puede subir al liberarla de parte de su peso y la escalera puede caer. Se deberá prever la trayectoria de las ramas podadas al caer. No se sacará el cuerpo fuera de los largueros a no ser que se disponga de un equipo contra caídas.

Si se utiliza la escalera como acceso y después se trabaja desde las ramas se debe quitar la escalera mientras se trabaja.

En el caso de ascender por la escalera para una alcanzada la altura conveniente, lanzar una hondilla o la misma cuerda de trabajo, trabajador deberá anclarse con una eslinga al árbol en el momento del lanzamiento.

Plataformas elevadoras móviles de personal(PEMP)

El uso de plataformas elevadoras es una solución muy válida para el trabajo en árboles que siempre se deberá tener en cuenta y priorizarse respecto a las técnicas de trepa descritas. En este apartado se desglosan algunas precauciones particulares que se deben observar en este tipo de trabajos además de las recogidas en otros documentos de esta misma colección. (Ver NTP 1039 y 1040).

Normas de seguridad

Se debe elegir la máquina más acorde con el trabajo que se va a realizar (tipo, alcance, capacidad, etc.). En los trabajos forestales, en muchos casos resultan muy útiles las plataformas todo terreno autonivelantes.

Es obligatoria la presencia al menos de dos personas, una de ellas en el suelo que pueda servir de apoyo a la persona que sube y que pueda bajarle desde el suelo en caso de emergencia. Antes de comenzar el trabajo debe comprobar que conoce esta operativa con la máquina que va a utilizar.

Es muy aconsejable que la persona de suelo lleve ropa de alta visibilidad.

Se debe tener especial cuidado con la resistencia del suelo y la posibilidad de que pueda variar a lo largo del día (por ejemplo suelos congelados que se deshielan o suelos que se encharcan por la lluvia).

Comprobar que funcionan todos los mandos y alarmas, especialmente la alarma de nivelación.

Se debe observar la carga máxima que admite. En ningún caso se depositarán troncos o ramas de la plataforma después de cortarlos. Tampoco se colgarán troncos o ramas de la plataforma para bajarlos con ayuda de una cuerda. La plataforma no es una grúa para elevación o transporte de materiales.

Se tendrá especial cuidado en que las ramas que caen no golpeen a la máquina. Para ello se cortará con los brazos fuera de la cesta de la plataforma y ésta no se colocará debajo de las ramas ni en la trayectoria que seguirán al caer. Si es necesario se deberá hacer un apeo controlado. El uso de pértigas de poda permite llegar más lejos y cortar ramas situadas a distancia de la máquina.

La plataforma no debe anclarse al árbol en ningún momento.

Andamios

En ciertos trabajos se debe valorar la posibilidad de colocar andamios para realizar trabajos en árboles o arbustos.

Además de todas las medidas preventivas contenidas en la legislación y en distintas NTP (RD. 2177/2004 y NTP 1.015 y 1016), se deben adoptar unas precauciones específicas para cada caso concreto y determinadas mediante la correspondiente evaluación de riesgos. Además de las normas de seguridad comunes que les sean de aplicación ya descritas anteriormente se pueden destacar las siguientes:

- Comprobar la resistencia del suelo.
- No colocar el andamio en la trayectoria de caída de las ramas que se van a podar.
- Realizar las labores de corte con los brazos por fuera de la barandilla y valorar el uso de pértigas.
- No utilizar el andamio como punto de anclaje para bajar ramas a no ser que esté diseñado para ello.
- El trabajador no debe anclarse al andamio para trabajar fuera del perímetro delimitado por las barandillas de seguridad.

4. REVISIONES

Los EPI utilizados deben estar en perfecto estado y revisados y dentro de su periodo de vida útil. Se pueden distinguir dos tipos de revisiones:

- Realizadas por el usuario. El usuario debe hacer una revisión del material antes de su utilización, durante su uso, comprobando que está en perfecto estado y al finalizar el trabajo.
- Realizadas por un técnico competente. Un técnico competente es aquél que conoce las exigencias existentes relativas a la revisión periódica, y las recomendaciones e instrucciones emitidas por el fabricante, aplicables al equipo que se debe revisar. En algunos casos el fabricante puede exigir que la revisión la realice un técnico u organización autorizada por él.

Las revisiones se deben realizar:

- Periódicamente. El fabricante, en los manuales de instrucciones de los equipos deben indicar la periodicidad de las revisiones, quién las puede realizar y en su caso, si debe hacerlas una persona autorizado por él. En el caso de los equipos considerados EPI, el fabricante obliga a realizar al menos una revisión de este tipo cada 12 meses, sin embargo en las labores de trepa es aconsejable hacer la revisión cada seis meses por el gran desgaste que sufre el equipo.
- Después de un uso especialmente exigente de los equipos.
- Después de una caída.
- Cuando el usuario ha detectado un desperfecto que no puede evaluar.
- Siempre que se tenga alguna duda sobre el estado del equipo.

5. FORMACIÓN

Las técnicas de trepa exigen un alto conocimiento y entrenamiento por parte de las personas que la desarrollan. Entre otros campos de la arboricultura, los trabajadores deberían tener conocimientos de biología básica, fisiología vegetal, hongos xilófagos, biomecánica del árbol, y todo lo necesario para poder realizar una correcta evaluación visual del árbol. Además deben conocer las técnicas de ascenso, desplazamiento, posicionamiento y descenso del árbol así como de rescate y primeros auxilios en árboles. En función de la labor a realizar pueden ser necesarios además conocimientos de técnica de poda o la aplicación de los principios físicos al uso de poleas, cuerdas guía y caídas de trozas en técnicas de apeo, así como el uso de frenos y demás material específico.

BIBLIOGRAFÍA

Ver NTP 1.119.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.121

Competencias, talento y condiciones de trabajo

Abilitys, talent and working conditions
Compétences, talent et conditions de travail

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Mar Romero Alonso
SOLID SELECTION / MIESES

Manuel Bestratén Belloví
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSSBT

Este documento viene a complementar a las anteriores NTP 830, 856 y 857 que versaron sobre la importancia del desarrollo competencial de las personas en el ámbito de la seguridad y salud laboral. Un desarrollo que va intrínsecamente unido a la formación permanente para que los comportamientos en el trabajo, además de seguros y saludables sean eficientes y ejemplares. Aquí nos centraremos en la necesidad de búsqueda y desarrollo del talento que cada trabajador tiene para que pueda dar lo mejor en beneficio propio y de la organización, haciendo que ésta sea saludable y sostenible.

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 término "competencia" tiene muchas acepciones. Una de las más claras y vigentes en el ámbito laboral es la dada por Hager (1995), que conjuga los "*conocimientos y habilidades, sin olvidar las actitudes, para un desempeño exitoso en el trabajo".* Pero ello no es suficiente. Se hace imprescindible integrar en toda actividad el espíritu de "mejora continua" para que el concepto "competencia" adquiera su verdadero significado en un proceso abierto al aprendizaje permanente que ha de favorecer el crecimiento personal y profesional. Uno no debiera conformarse con su desempeño habitual por aceptable que pudiera parecer, sin situarse en un proceso abierto y reflexivo buscando siempre con profesionalidad la mejor manera de hacerlo. Es ese ir más allá de lo normalmente esperado, en esa búsqueda incesante por descubrir lo que aún no está a nuestro alcance, lo que aún no sabemos, lo que puede aportar un especial valor y significado a nuestro trabajo; en fin, lo que hace que éste pueda llegar a ser excelente, disfrutándolo. Pero la satisfacción no surge de manera espontánea, requiere de concentración, esfuerzo y perseverancia en la búsqueda de nuevos logros.

Es bien sabido que todos los sistemas normalizados de gestión integran de manera intrínseca el concepto de "*mejora continua*", ya que es la única manera de que el sistema no se estanque y contribuya en entornos complejos y competitivos a mejorar la realidad con la implicación de las personas. Detenerse en la vida y dejar de crecer intelectual y profesionalmente es empezar a morir. Lamentablemente, muchas personas son apartadas de la formación continuada, o bien se abandonan a su suerte dejando de proseguir cualificándose. Son lamentablemente expulsadas de un mercado del trabajo en continuos cambios, llegando incluso a ser "inempleables", con el inmenso coste personal y social que ello representa. Una proporción considerable del paro laboral de larga duración de carácter estructural es debida en parte a ello, aunque también los avances tecnológicos promotores de mejoras de productividad limiten cada vez más la ocupación de personas poco cualificadas. El sistema educativo debiera adecuarse a las nuevas exigencias formativas y de emprendeduría de los futuros trabajadores, ayudándoles a descubrir su talento innato a edades tempranas.

Después de lo dicho, permitan que nos quedemos con esta nueva definición propia de "competencia", no cerrada, que ya apuntábamos en la anterior NTP 830, y que describimos como "*el nivel de conocimientos, habilidades y actitudes que una persona desarrolla en su trabajo con espíritu de excelencia para que su desempeño sea realmente exitoso".*

Las competencias en los puestos de trabajo para ser realmente efectivas y provechosas debieran ser la traslación de las "*Core competences",* competencias estratégicas que rigen la visión de la organización. Las competencias se suelen clasificar en tres categorías. Están las *competencias técnicas* o específicas para la correcta ejecución de las tareas. Luego estarían las *competencias transversales*; ese conjunto de habilidades también necesarias en el marco de la actividad profesional y de las relaciones en que esta se desarrolla. Por ejemplo, el liderazgo para mandos, la participación y el trabajo en equipo, la innovación, etc. Y finalmente, estarían las *competencias personales o intrapersonales* para actuar debidamente ante la complejidad del entorno y de las propias relaciones humanas, como la autoprotección frente a los riesgos psicosociales, la resiliencia para adaptarse a los cambios, y las tan descuidadas competencias emocionales para actuar de manera empática y con serenidad ante el conflicto o la adversidad sin perder nunca el control de

las emociones. Las competencias personales se incluyen muchas veces en las competencias transversales.

Las competencias deben gestionarse en el seno de las organizaciones a través de un sistema que debiera ser integrador de los otros subsistemas de gestión, como el de PRL, de Calidad o de Medio ambiente. Las personas deben adquirir las necesarias competencias en sus cometidos para actuar de manera efectiva y coherente con tales subsistemas establecidos. Solo cabría entonces una manera de trabajar bien; aquella que garantice el cumplimiento de los estándares establecidos, tanto de Productividad, como de PRL y Calidad, entre otros. Admitir el incumplimiento de algo aparentemente menor sería abrir la puerta a la incompetencia o la negligencia.

Como en todo sistema de gestión, deberían identificarse las competencias clave de cada puesto de trabajo, escuchando las propias necesidades de aquellos que han de desempeñarlo; clasificarlas por niveles, como mínimo tres, para luego poder evaluarlas; o sea, medirlas a través del desempeño. Y luego, en base al grado de cumplimiento y las necesidades detectadas, establecer el correspondiente plan de formación que permita, no solo incrementar gradualmente las competencias requeridas, sino también facilitar el crecimiento de las personas en su carrera profesional, con justas retribuciones que debieran estimular el proceso. Tal sistema de gestión ayudará a que también el proceso clave de selección de personal sea coherente con las necesidades de la organización para cubrir los perfiles demandados.

¿Pero qué representa el "talento" en este marco competencial? Como se expondrá, el talento es el máximo activo intangible de una organización. Es algo -tal vez desconocido- que cada uno tiene y que debidamente promovido y desarrollado potenciará las propias capacidades personales y las de la organización. Pero el talento solo podrá desarrollarse y ser fidelizado si es atraído y cuidado con unas excelentes condiciones de trabajo.

Hacia una cultura de excelencia, salud y sostenibilidad

El desarrollo de las competencias y del talento requieren de una organización que se fundamente en valores y sitúe a las personas en el corazón de los sistemas, y que a su vez favorezca que los intereses personales armonicen plenamente con los intereses de la organización y de su entorno. Se requiere del tránsito de un pensamiento lineal a un pensamiento circular que cuide de las interdependencias existentes en pro de la eficiencia y del bien común. Las empresas excelentes con tal enfoque utilizan indicadores que no están únicamente relacionados con el beneficio económico. Las empresas aún se suelen describir en términos sectoriales, de plantilla, facturación, beneficios,… sin tener en cuenta su sostenibilidad y la del medio del que forman parte, tal como plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (2015). Las empresas excelentes son necesariamente aquellas que cuidan de seguir el pensamiento circular, holístico e integrador de las 4 P's, en anglosajón: PEOPLE, PREVENTION, PLANET, PROFIT. Bajo este esquema, las Personas no son un recurso más y están en el punto de mira empresarial a través del desarrollo de todo su talento y su capacidad innovadora. La Prevención y la necesaria atención a las condiciones de trabajo representan un valor fundamental de cualquier actividad empresarial para evitar todo tipo de daños e implicar a las personas en el proyecto empresarial. Además, debe tenerse en cuenta el ciclo de vida de los productos y servicios que se realizan y su impacto ambiental en el Planeta, es decir, perseguir la eficiencia energética, un uso racional de los recursos, la minimización de residuos y la contaminación, así como la conexión con la naturaleza de la que formamos parte. Desde luego, la empresa excelente cuida de integrar los beneficios económicos, sociales y ambientales en todos sus cometidos bajo los principios de la economía circular. Y ello ha de resultar especialmente motivante para los trabajadores.

La cultura occidental tiene dificultades para romper el esquema de feroz competitividad que moviliza a personas y organizaciones, anteponiendo de manera egoísta y cortoplacista sus propios intereses por encima de los de los demás. En cambio, la gran fuerza de la cultura oriental es la virtud de anteponer el bien colectivo al bien individual. Lo expresaba de manera contundente Konosuke Matsushita (1894-1989) empresario y filósofo japonés, fundador de Matsushita Electric Industrial Company Ltd., una de las más relevantes figuras de la industria en su país. Es conocido por "La declaración de Matsushita" donde señala que mientras para nosotros los occidentales, la dirección es el arte de hacer pasar adecuadamente las ideas de los patronos a manos de los obreros, para ellos *"los negocios han llegado a ser tan complicados y la supervivencia de una firma tan problemática, que una empresa debe, cada día, movilizar la inteligencia de todas las personas para tener la oportunidad de seguir funcionando bien."*

Como se muestra en el esquema de la figura 1, los avanzados sistemas de gestión sitúan como se ha dicho a las personas en el corazón de las organizaciones, haciendo realidad aquella idea tan manifiesta y a la vez tan poco implementada que las **personas** competentes e implicadas sean un objetivo empresarial clave. Ello

Figura 1. Esquema de funcionamiento empresarial para la excelencia, la salud y la sostenibilidad.

requiere de un **liderazgo** transformador que facilite su participación en todo aquello que les afecte, su desarrollo profesional y su creatividad, para así poder generar la **Calidad integral** de procesos, productos y servicios bajo principios de **Excelencia** y de **Responsabilidad Social.** Ello tanto por exigencias morales como de competitividad en un entorno de honestidad y transparencia. Pues los **valores y la ética** deben impregnar la cultura empresarial para garantizar comportamientos honestos y eficientes a todos los niveles. A su vez, el sistema productivo debe alimentarse mediante la **innovación** permanente en todos los ámbitos, asociada ésta a la **formación** continuada, con el consiguiente desarrollo competencial y talentoso de los trabajadores.

2. COMPORTAMIENTOS SEGUROS Y SALUDABLES

Si queremos eliminar y minimizar en la empresa los accidentes y otros daños derivados del trabajo, cuidando la salud de los trabajadores-as, debiéramos asegurarnos de que las personas tengan comportamientos seguros y saludables. O sea, que la prevención se integre en todas las decisiones y actuaciones. Pero, ¿cómo asegurarnos de ello? Trabajando por desarrollar una cultura preventiva fuerte y positiva. Fuerte en el sentido de que todos los componentes de la organización estén alineados en sus percepciones, objetivos y formas de actuar en esta materia, y positiva, en el sentido de que consigue el compromiso de sus integrantes, y también su satisfacción por ello.

El desarrollo de una cultura preventiva es un proceso dinámico y multidireccional que requiere de una política empresarial integradora que la genere, de una metódica con sus procedimientos y de un proceso de aprendizaje que la haga posible y la consolide. Hemos visto como en aquellas organizaciones en las que la seguridad es un factor crítico, como en el sector nuclear, químico o del transporte, la cultura preventiva se asienta con mayor rigor y un alto nivel de exigencia. Ello debe extenderse a todos los sectores, no solo por su capacidad reductora de costes de ineficiencia, sino también por ser generadora de beneficios que han de repercutir en la mejora de la productividad y la competitividad. Pero mediante el análisis de la rentabilidad social y económica de la acción preventiva, tendrá que demostrarse como necesario estímulo.

Las personas orientan su conducta en función de sus valores, creencias y motivaciones, que, en buena parte, han sido moldeadas por el entorno familiar, educacional y profesional. Pero la cultura empresarial no debiera detener el proceso. Viene a reconducirlo y desarrollarlo para condicionar en gran medida los comportamientos en un marco de aprendizaje en la dirección perseguida.

El proceso de aprendizaje y la sistematización de actuaciones

Los procesos de aprendizaje y de sistematización de actuaciones seguras y saludables de un colectivo deberían alcanzar a todos los niveles de la empresa: dirección, mandos, trabajadores, proveedores y clientes, sin olvidar a accionistas, para que se entienda que la finalidad de la empresa no debe ser solo el lucro. Habrá que recorrer los distintos niveles competenciales, tal como se refleja en la NTP 857. Los indicadores competenciales a través del desempeño facilitarán el camino, debiendo ser su medición periódica y revisable en un desarrollo sostenido en el tiempo.

Para empezar con buen pie en una organización debería realizarse una evaluación de la cultura preventiva (conjunto de valores y comportamientos de la organización en torno a la seguridad y salud laboral,) junto a una evaluación del clima laboral (percepción compartida entre los trabajadores sobre la calidad del ambiente laboral y de las relaciones). Añadiríamos a esta información el estudio de indicadores de seguridad y salud, tanto los reactivos como la siniestralidad, absentismo, rotación, como los predictivos, a través de la calidad y eficiencia de las actuaciones y de las actividades preventivas existentes. Ello permitirá tener una clara idea inicial sobre las competencias básicas existentes y sobre cuáles deberá incidirse para desarrollarlas.

En el seno de la empresa se vive y se aprende una determinada cultura basada en unos valores que se expresan en una manera determinada de hacer las cosas y entender las relaciones interpersonales. El entorno social de las personas va a determinar lo que en aquel grupo está permitido o no hacer, lo que se espera de las personas, a veces de forma explícita y a veces de forma implícita. La presión intangible del propio grupo influye totalmente en los comportamientos. Y para que se dé una determinada conducta, deberemos identificarla, darle valor y reforzarla positivamente.

El desarrollo personal y profesional de las personas en el entorno laboral, también en lo concerniente a la seguridad y salud, se logra a través de una organización del trabajo participativa que favorezca el autocontrol sobre el crecimiento y el autoaprendizaje de forma que la persona sea la protagonista de su vida y vea reforzada así su autoconfianza.

Liderazgo en seguridad, salud y bienestar

De todas las competencias (organizacionales y también individuales) necesarias para crear y promover empresas seguras y saludables, el liderazgo es clave para mantener a la organización proactiva y comprometida hacia esta meta. Ello queda reflejado en su visión y en su misión; el líder da ejemplo, pone los recursos necesarios, prioriza la salud y la seguridad frente a la productividad, vela por que se desarrollen procesos/procedimientos y promueve la responsabilidad en todos los miembros de la organización para garantizar un comportamiento seguro y eficiente. Por encima de todo, envía el mensaje: *nos preocupamos por las personas y de su desarrollo personal.* Una de las competencias de los líderes a ser evaluada que veremos en el último apartado es precisamente la del «*desarrollo de sus colaboradores*». O sea, cómo están respondiendo a tal crecimiento de acuerdo a indicadores establecidos.

El responsable de una unidad funcional integra debidamente la prevención cuando controla que sus colaboradores ejecutan las tareas encomendadas con las debidas condiciones de seguridad y salud. Así lo establece la Guía de Integración de INSSBT. Para ello, la persona con mando debería estar implicada en el proceso de formación de sus colaboradores-as y en el análisis de incidencias o accidentes de su ámbito de influencia, de forma que todas las personas tengan las competencias necesarias para realizar su trabajo de manera segura y saludable.

Richard Boyatzis, reconocido experto sobre liderazgo, gestión del talento y de las competencias, señala que los buenos jefes se distinguen porque son capaces de saltar, en medio segundo, de la red cerebral más analítica de trabajar con datos, resolver problemas y tomar decisio-

nes, a otra red que tiene que ver con los sentimientos, las relaciones, la ética y la creatividad, construyendo relaciones basadas en la sintonía y la reciprocidad, ayudando a los colaboradores a encontrar su propósito. Es el líder resonante quien hace sentirse a uno valorado, inspirando sentimientos y sensación de pertenencia al equipo y a la empresa. Tal autor lo manifestaba así: *"Hay líderes que saben sacar lo mejor de su equipo, motivan, comprometen, inspiran, escuchan y hacen sentir a las personas como parte de algo importante, comparten su pasión y dedicación. El líder resonante cultiva las competencias de autoconocimiento, autogestión, conciencia social y manejo de las relaciones sociales. Actúa con claridad mental, no sólo siguiendo un impulso, y de esta manera puede guiar los sentimientos e inteligencia de otros para construir relaciones sólidas."*

Para desarrollar el talento es necesario el maestro o guía que ponga a la persona u organización en situación de romper sus límites, que transmita su confianza en lo que pueden llegar a hacer y que vaya corrigiendo con pequeños ajustes sus actuaciones para apoyar y acelerar el aprendizaje. O sea, alguien que acompañe en el desarrollo, alineado con los objetivos de la empresa. Esta debería ser la principal labor de los mandos en relación a sus equipos de trabajo.

La gestión de personas debería estar basada en tratar de descubrir el talento que cada uno tiene y potenciarlo a través de la actividad cotidiana en un entorno de libertad que permita encontrar satisfacción en lo que uno realiza y logra. Y que en lo posible, no se coarten las iniciativas. En esta dimensión social del trabajo es oportuno recordar que solo podemos desarrollarnos si estamos desarrollando a otros. Tal proceso se fundamenta en la conjunción de la autoformación y la formación recibida dentro de la organización mediante acciones directas específicas, pero también a través del propio trabajo y la cooperación. Estar aprendiendo y enseñando son actividades que suelen tener asociadas los excelentes profesionales, y son cualidades esenciales de los líderes.

Es importante aprender a relacionarse desde el propósito compartido, asumiendo el desarrollo y la innovación a él asociada desde todos los niveles, también en el desarrollo de las competencias orientadas a la seguridad y la salud, como pilares del desarrollo empresarial y profesional. El resultado del trabajo de un equipo talentoso y comprometido en su ámbito de responsabilidad y actuación, multiplica el efecto de los talentos individuales y lleva a la empresa a alcanzar su propósito de excelencia. El talento atrae talento, y las personas talentosas trabajando en equipo en un marco de confianza ven crecer notoriamente sus capacidades y potencialidades.

Aspectos neurológicos del aprendizaje. Circuitos de recompensa y neurotransmisores

Según describió el psicólogo Anders Ericsson, el desarrollo del talento se apuntala en la práctica deliberada, que consiste en trabajar sobre la técnica, buscar un *feedback* constante de nuestra eficacia y concentrarnos para mejorar nuestros puntos débiles. Se requiere un aprendizaje de unas 10.000 horas para desarrollar una pericia a nivel de experto que sea relevante. Según Ericsson, toda la habilidad en el mundo es una forma de memoria, y para desarrollarla es necesaria la repetición.

La neurología apoya esta afirmación descubriéndonos cómo la práctica continua provoca que los axones, prolongación de las neuronas por donde pasa la información y los impulsos nerviosos que permiten comunicarse a las neuronas, se recubran de mielina, también llamada sustancia blanca, cuyo efecto aislante dota de mayor potencia y rapidez a la información y por ello a la ejecución rápida y precisa de una tarea o actividad. (Ver fig. 2).

Pero no es suficiente con practicar para que el aprendizaje ocurra en un nivel de excelencia, la práctica se ha de desarrollar durante un largo período de tiempo con una actitud de búsqueda del reto, identificando los errores cometidos y superándolos, ampliando las posibilidades y buscando nuevos límites a nuestras propias capacidades. Ello requerirá de ilusión, pasión, persistencia y propósito.

Se deduce de este hecho que los mensajes, ideas y actuaciones sobre seguridad que queremos hacer llegar a los trabajadores-as no deberían ser puntuales; no es suficiente con "haber hecho un curso" o "haber realizado unas prácticas" para que se interioricen los mensajes y se integren en las conductas con las destrezas requeridas en cada situación, y más cuando el tiempo para tomar decisiones suele ser limitado. Para que los comportamientos seguros se consoliden, los mensajes y las actividades que los promuevan deben ser continuos y estimulantes, variados, sin olvidar las distintas formas de aprender de los adultos y por tanto, la importancia de trabajar los distintos canales de información (vista, oído, lectura, respuesta a interrogantes, prácticas...). También las neuronas espejo determinan de manera inconsciente nuestros comportamientos por la influencia de las personas ejemplares de nuestro entorno.

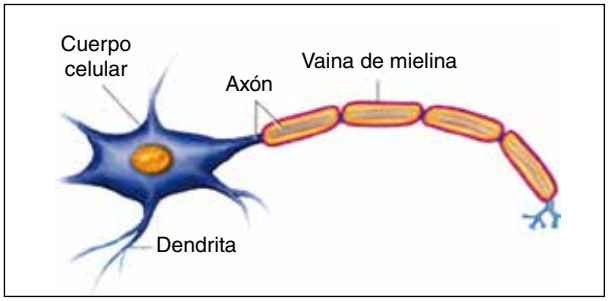


Figura 2. Dendrita con el axón recubierto de mielina.

Como se dijo, la cultura empresarial ha de ser fuerte y positiva, orientada a la excelencia, capaz de alinear los valores, las percepciones compartidas de los componentes de la organización, así como los procesos y las acciones que en ellas se desarrollan. Como la mielina en los axones, la capa de cultura organizacional requiere tiempo en crearse, con políticas y acciones en permanente desarrollo y coherencia.

En ocasiones, aprender una determinada conducta tiene valor por sí mismo para la persona, pero nos interesa también conocer cómo la motivación y el aprendizaje de determinados comportamientos pueden ser inducidos o estimulados por el entorno. En el desarrollo de una cultura de seguridad se persigue que las personas la integren con naturalidad como un valor gratificante que refuerza su profesionalidad, formando parte de su carácter.

¿Pero cómo se genera un hábito? Los hábitos son patrones de comportamiento que se crean y automatizan para ahorrar esfuerzos y energía, liberando al cerebro de la toma continua de decisiones. Para su generación y consolidación se da un bucle de tres pasos; una señal (fin de la jornada) informa del comportamiento a realizar (ordenar, limpiar la máquina y poner las protecciones en su lugar); se establece una rutina o repetición sistemática

del acto, y se consolida con una recompensa, (observación y reconocimiento positivo del superior). Este proceso hará que el cerebro valore si vale la pena recordar este bucle en adelante, y a medida que se recompense, se automatizará hasta acabar formando el hábito.

A nivel neurológico, la regulación de la recompensa se da a través de una de las vías dopaminérgicas del cerebro, la vía mesolímbica, que está asociada con la modulación de respuestas frente a estímulos de gratificación emocional y de motivación. La gratificación, el placer y la motivación son, de forma general, algunos de los efectos de la dopamina, neurotransmisor que participa en otras experiencias recompensantes como la alimentación, el sexo y el consumo de sustancias adictivas. (Ver fig. 3).

Existe un conjunto de hormonas y neurotransmisores asociados que estimulan el proceso de aprendizaje en la búsqueda de utilidad y placer. Constituyen la química de la vida y de las relaciones humanas. De su sinergizante combinación, fruto de las ilusiones asociadas a nuestros actos, podremos entender mejor los motivos y circunstancias que los provocan, así como su reiterada estimulación. La "*dopamina*" es generada por la propia acción desencadenada tras una ilusión, así como por los retos que con esfuerzo son alcanzados; la "*acetilcolina*" por el valor y utilidad de lo aprendido; la "*oxitocina*", por la interacción afectiva producida en la ejecución de una actividad o la simple relación entre personas; la "*serotonina*" por el placer de lo que se realiza, junto a la aceptación y reconocimiento de nuestros actos ante el grupo del que formamos parte; Y finalmente, las "*endorfinas",* las verdaderas hormonas de la felicidad, al verse enriquecido el trabajo en un entorno placentero de alegría, de buen humor e incluso de belleza y diversión. Tengamos en cuenta que si tal cóctel hormonal no se va generando con cierta frecuencia se corre el riesgo de que se inhiba, dejando de estimularse la acción.

Ello también nos explica que en cierto modo la acción preventiva en la empresa para ser ilusionante y efectiva deba desarrollarse dentro de un marco que favorezca la implicación de los trabajadores en procesos participativos de mejora. Una participación desarrollada en un entorno de "afectividad", con retos asumidos y con el reconocimiento mutuo por los logros y actividades realizadas. Todo ello, con el liderazgo necesario que haga surgir las ilusiones y compromisos personales para generar cambios que favorezcan nuevas realidades más provechosas para todos. Una organización que establezca y recompense conductas seguras conseguirá que éstas se acrecienten. Por ello, es vital reforzar y reconocer los aspectos positivos del trabajo frente a los errores o fallos cometidos que son desmotivadores.

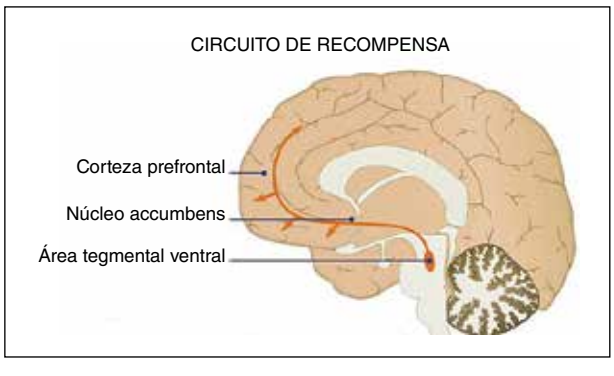


Figura 3. Vía de recompensa mesolímbica de las actuaciones en el cerebro.

3. INTELIGENCIA, COMPETENCIAS Y GENERACIÓN DE TALENTO

Existen muchas definiciones de inteligencia, pero casi todas ellas están centradas en tres ideas: la capacidad de resolver problemas, de adaptarse con celeridad al entorno y de alcanzar objetivos del tipo que fueren.

Recogemos la interesante idea del físico del MIT Alexander Wissner-Gros, quien, ampliando el marco mental del concepto de inteligencia, propone una definición de la misma definida en un fórmula matemática en la que, inteligencia es aquella fuerza que actúa para maximizar futuras posibilidades de acción, mantener las opciones abiertas y limitar el confinamiento.

Las inteligencias múltiples de Gardner

A nivel individual podemos definir distintos tipos de inteligencias. Según el psicólogo Howard Gardner, todas las personas tenemos nuestra particular combinación de 8 tipos distintos de inteligencia: lingüística, matemática, viso-espacial, musical, cinestésica, naturalista, interpersonal e intrapersonal, que se muestran en la figura 4. La inteligencia sería una capacidad genética que se va a poder desarrollar si se posee.

Figura 4. Las inteligencias múltiples de H. Gardner.

A nivel de empresa cabe reconocer la inteligencia organizacional como aquella capacidad que permite a la misma adaptarse al ambiente externo, la creación y uso del conocimiento como procesos que favorecen la formación y desarrollo de la organización y la toma de decisiones estratégicas. Autores como Núñez de Paula añaden que *"La inteligencia organizacional implicaría la utilización efectiva de la información del entorno de la organización y de todas las operaciones internas, del conocimiento -en su sentido más abarcador- existente fuera y dentro de la organización, en función de la innovación o el mejoramiento continuo, el aprovechamiento de las oportunidades, la creación de nuevo conocimiento o valor, la formación y el bienestar de las personas dentro de la organización, así como de los clientes y otras partes interesadas y de la sociedad en su conjunto."*

De la naturaleza que sustenta este documento, nos gustaría añadir que la inteligencia organizacional debería ayudarnos a desarrollar cultura preventiva, ya que... *construye significados compartidos sobre sus acciones e identidad, descubre, comparte y aplica nuevo conocimiento e inicia patrones de acción a través de la búsqueda, evaluación y selección de opciones* (Choo), ayudando a mantener la motivación y haciendo que la conducta acabe siendo considerada valiosa para la persona.

Inteligencia y talento están íntimamente relacionados pero no son lo mismo; se puede tener una determinada inteligencia y no desarrollarla, de ahí la importancia de identificar las inteligencias, tanto organizacionales como individuales para crear el marco adecuado para expresarla en todo su potencial. Este proceso de identificación y desarrollo de las distintas inteligencias por razones de eficacia debería ser un objetivo de la educación para reducir el fracaso escolar y proporcionar bienestar y orientación a los más jóvenes. Pero el proceso de búsqueda debe proseguir en el trabajo, la gran oportunidad de materializar nuestras capacidades, transformando la realidad y desarrollándonos como personas. La gestión por competencias con variabilidad de cometidos ayudará a crear hábitos para encontrar y desarrollar el talento ante aquello que verdaderamente nos satisface al realizarlo.

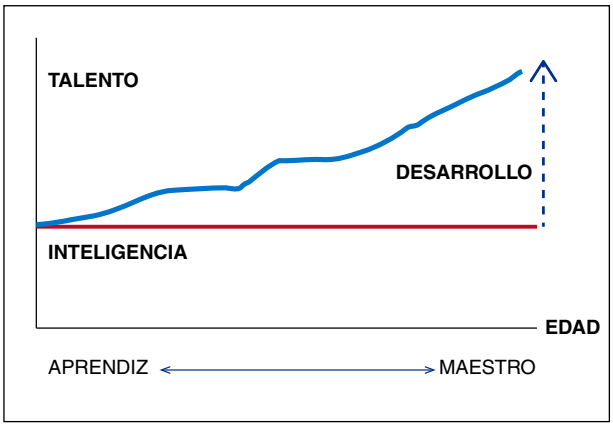


Figura 5. Posible desarrollo del talento con la edad.

Podríamos afirmar que el talento es la inteligencia en pleno desarrollo, la que nos permite desempeñar una actividad de forma excelente y disfrutar de ella. Es el resultado de la práctica intensa durante un período considerable de tiempo de las habilidades y destrezas propias de cada tipo de inteligencia. Está asociado a la habilidad innata, pero se desarrolla con la concentración, el esfuerzo, la práctica continuada y el entrenamiento. Así, cuando uno se concentra con los cinco sentidos haciendo algo útil, necesario o hermoso, puede perder la conciencia del tiempo y llegar a encontrarlo suficientemente gratificante como para verse estimulada su reiteración e irse así paulatinamente acrecentando de manera simultánea sus capacidades e intereses. Algunas personas pueden tener unas determinadas capacidades mentales de las que vienen dotados. Sus excepcionales aportes puedan aparecer en edades tempranas, aunque como dijo el genio Picasso, la inspiración y la creatividad solo aparecen tras un constante e incesante trabajo. Por lo tanto, talento es inteligencia en movimiento, y como se ha dicho, requiere de motivación, esfuerzo y propósito. Con la edad se acrecienta sustancialmente si no deja de alimentarse. (Ver fig. 5).

Competencias centrales - periféricas en la búsqueda del talento

En el mundo de la empresa, según Boyatzis, llamamos competencia a aquellas características propias de una persona que está causalmente relacionada con indicadores de rendimiento efectivo y/o superior en un trabajo o situación. Es decir, por un lado hay que definir los indicadores de desempeño, y por otro lado, hay que definir las competencias asociadas a este desempeño. “Competencias” es un concepto relacionado con el desarrollo de las personas en las organizaciones, que alinea los valores, conocimientos, y habilidades de las personas con los objetivos de la empresa. Las competencias o el talento de una persona fuera de su entorno laboral, tendrían un interés menor para la organización, salvo que también pudieran canalizarse hacia su propio beneficio.

Cuando realizamos procesos de selección o valoración de personas, queremos asegurarnos de que estamos escogiendo para un puesto o actividad a aquella persona que dispone los distintos elementos que configuran las competencias que se desarrollarán y que serán necesarias para un desempeño excelente: conocimientos (nivel cognitivo), habilidades y destrezas (nivel relacional y motor), actitudes y personalidad (rasgos, tendencias, patrones de comportamiento), autoconocimiento y autoestima (seguridad y confianza base para afrontar el entorno), motivaciones y valores (ilusiones en la vida, propósito en la búsqueda de significado, lo que mueve a la persona). Siendo conscientes de que será más fácil mejorar a través de la formación, los conocimientos y habilidades que las actitudes y los valores, más profundos y resistentes al cambio. (Ver fig. 6.)

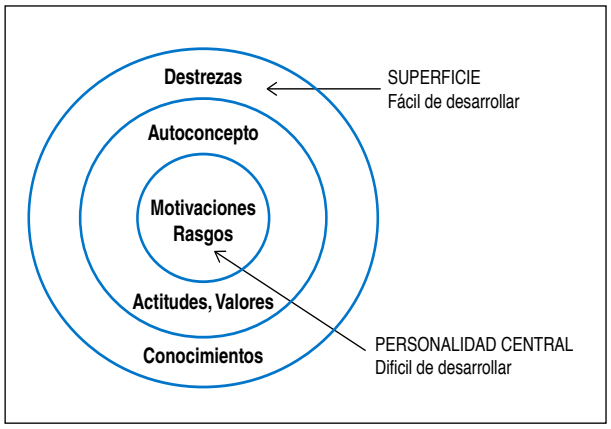


Figura 6. Competencias centrales y periféricas.

Para una valoración de competencias en profundidad se utilizan distintas herramientas de forma combinada: test, pruebas técnicas, entrevistas de evaluación de competencias o entrevistas de evaluación situacional (*assessment centers*), lo que permite obtener una información fundamental para acertar en la elección. Las actividades y objetivos del puesto a ocupar y su futuro-a superior directo deberán proporcionar a la persona el reto y estímulo necesario para continuar con su desarrollo personal si se quiere mantener su motivación y compromiso.

En cualquier caso, debe valorarse a las personas no solamente por sus conocimientos y habilidades, sino por su motivación y propósito, flexibilidad, capacidad de es-

cucha, disposición a aprender, a compartir y enseñar, y adaptarse a la cultura de la organización que debe haber sido previamente definida y asumida.

Si las personas están realmente en el corazón del sistema empresarial, entonces no se verán como un instrumento para conseguir resultados y a las que tenemos que corregir cuando hacen algo incorrecto o no alcanzan los objetivos. En una visión más centrada en las personas, es después de establecer unos objetivos, preferentemente consensuados con los trabajadores-as, cuando las ayudamos a desarrollar las competencias necesarias para alcanzarlos, buscando la excelencia en sus cometidos así como su satisfacción.

La evaluación del desempeño debería ser un medio, y no un fin, concebido para facilitar que las personas sean capaces de cumplir sus objetivos a través del desarrollo de sus competencias. El objetivo es el desarrollo de las competencias, el método es la evaluación, y el instrumento utilizado es la entrevista de evaluación del desempeño y el análisis de indicadores.

Visión constructivista de las competencias y del talento

Bertrand Schwartz, líder de reconocido prestigio en materia de gestión por competencias, se guía por un pensamiento constructivista y una visión sistémica e integradora, relacionando de forma indivisible el trabajo con la formación, y las funciones con las capacidades de quienes las realizan. La competencia no se construye solamente a partir de la función, sino que concede igual importancia a la persona, a sus objetivos y a sus posibilidades. Todas las personas, incluso las menos formadas, están en condiciones para crear si se les da confianza y se les ofrece la posibilidad de aprender por ellas mismas. El proceso de aprendizaje desde el constructivismo está dirigido por una enseñanza orientada a la acción, que se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo de forma que el conocimiento resulte de una construcción llevada a cabo por la persona que aprende. También apunta, algo que nos debería hacer reflexionar: la mejora del entorno físico y de las condiciones de trabajo es lo que realmente permite que las personas puedan cambiar favorablemente su posicionamiento en el trabajo para dar lo mejor.

Para Swchartz, la reflexión y la participación son los medios para la construcción del aprendizaje en el trabajo, que entiende como un espacio de interacción social que promueve, impulsa y genera aprendizaje para el hacer, en el interior del cual se forma y transforma el ser, permitiendo descubrir las propias capacidades y adquirir autoconfianza. Participar y reflexionar sobre lo que se hace, permite que, además de aprender, se generen transformaciones e innovaciones sobre el trabajo, sobre aquello que se ha aprendido y haya que desaprender, y sobre uno mismo. Las competencias, centradas en el desempeño, deberían gestionarse en unas condiciones tales que, a la vez que se pone en juego los recursos de las personas, se dé un contexto que facilite esta movilización, le dé sentido y favorezca el desarrollo de niveles mayores de autonomía y satisfacción.

Las múltiples experiencias de éxito en la inserción laboral efectiva de jóvenes procedentes del fracaso escolar en empresas comprometidas en ofrecerles apoyo, demuestra lo latentes de determinadas competencias que despiertan al encontrar sentido a la vida y al trabajo a través de actividades productivas útiles, recuperadoras de la necesidad y el valor del aprendizaje.

Ilusión, competencia y talento, guiados por un propósito

Como dijimos, el talento es la movilización de la inteligencia en una determinada dirección, y ocurre a través del proceso cognitivo y emocional de la ilusión, que produce las expectativas necesarias para perfilar nuestras metas y objetivos. Bien orientada y reforzada, la ilusión se transforma en energía, en un proceso de motivación (del latín *motivus o motus*), causa del movimiento que nos llevará a la acción. En su acepción más occidental, el «propósito» se relacionaría con un objetivo que se pretende alcanzar o determinación firme de hacer algo. Para la filosofía oriental, más orientada a la comunidad y a lo social, el propósito (*Ikigai*) adquiere un significado más trascendente; está relacionado con aquello que da sentido a nuestra existencia, basado en la madurez personal. Nos lleva al encuentro con los demás y con el sentido del valor de la vida, conduciéndonos hacia la autorrealización.

El arranque de los procesos de desarrollo de talento y excelencia solo puede llevarse a cabo a través de una alta motivación. Es cuando la persona otorga valor y considera que aquella actividad es importante, lo que le llevará a insistir en su ejecución. En ocasiones, una persona se siente motivada por emular a una persona a la que admira, o sencillamente al ver que alguien cercano ha sido capaz de lograr algo más allá de lo esperado, abriendo su mente a nuevas posibilidades.

El esquema siguiente de la figura 7 muestra el papel aglutinador del Propósito (*Ikigai)* a través de la interacción entre misión, pasión, profesión y vocación para encontrar sentido en el trabajo.

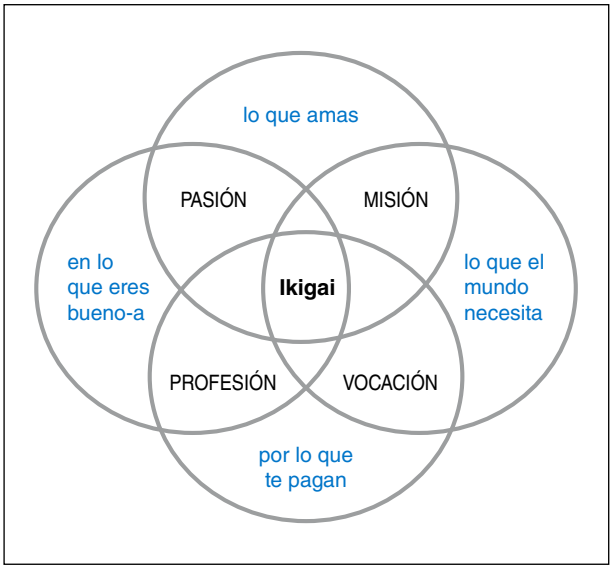


Figura 7. Papel del Propósito como agente aglutinador y potenciador de competencias.

Algunas personas poseen un deseo o interés obsesivo por una determinada materia, o sencillamente muestran una alta perseverancia. Otras gozan de una gran ilusión, pasión o propósito, que definiríamos como pasión con sentido existencial por su actividad.

El siguiente esquema de elaboración propia, de la figura 8, muestra el proceso de búsqueda y desarrollo del talento a partir de la conjunción de *ilusión y pasión*, las que generan las emociones necesarias para actuar con convicción. Se estaría entonces en condiciones de

encontrar el *propósito* para dar sentido de trascendencia a lo que se persigue, sobre todo en beneficio de los demás. Por ejemplo, mejorar las condiciones de trabajo, o el simple placer de hacer algo enriquecedor (valor artístico de belleza y creatividad, o simplemente, disfrutar de la conexión con la naturaleza o de un entorno verdaderamente placentero y duradero). Ahí es posible entonces, con un trabajo gratificante, alcanzar la *implicación* y compromiso del quehacer y generar orgullo de pertenencia, especialmente trabajando en equipo. Pero es imprescindible en este proceso desarrollar la *innovación y el aprendizaje* asociado, que es lo que nos permite crecer afianzando nuestras competencias a partir de las cuales descubrir y poder *desarrollar el talento*. El *liderazgo* es el instrumento esencial de apoyo constante que se precisa para avanzar en esta dirección.

El talento debiera desarrollarse en un proceso de incremento gradual de competencias acordes a los retos que se vayan asumiendo. Ello permitirá que podamos vivir y crecer prolongando una situación placentera y duradera de "flujo". Y así, estar fuera de la "zona de angustia o de estrés" por retos o exigencias excesivas sin competencias suficientes para asumirlas, o de la "zona de aburrimiento" por la ausencia de retos.

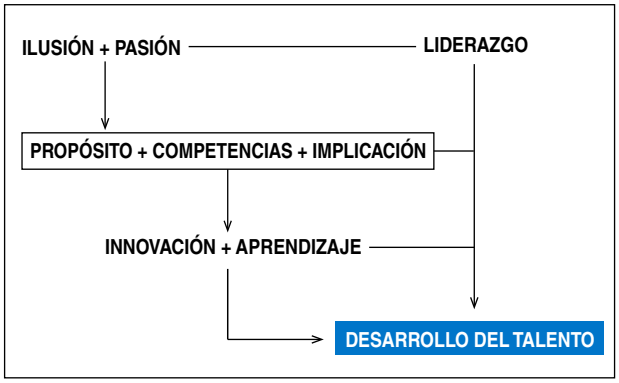


Figura 8. Proceso de búsqueda y desarrollo del talento con el liderazgo que lo posibilita

4. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO. INDICADORES

Tradicionalmente, el desempeño de las personas ha sido valorado fundamentalmente a través del rendimiento productivo de acuerdo a las exigencias establecidas y a algunos estándares de calidad, más bien de resultados. En general, aquellos aspectos cualitativos ligados a las mejores maneras de hacer el trabajo, o han sido descuidados o infravalorados. Por ejemplo, a los mandos se les exigía que los resultados en productos y servicios de sus ámbitos de influencia fueran acordes a los estándares de productividad y de calidad definidos. El que los mandos no dirigieran con el estilo de mando adecuado y no controlaran debidamente que sus entornos fueran seguros y saludables, o que los trabajadores no tuvieran comportamientos respetuosos con la seguridad en el trabajo no eran asuntos relevantes, no siendo por tanto, ni valorados, ni realmente exigidos. Un sistema de gestión por competencias ofrece una perspectiva completamente diferente al plantear que el desempeño de las personas debe ser valorado teniendo en cuenta el conjunto de factores de calidad y eficiencia a conjugar de acuerdo a los intereses de empresa y de trabajadores, relacionados ellos con los resultados esperables del trabajo.

Los indicadores de desempeño, que habrán de ser transparentes y contrastados con los propios trabajadores, estarán asociados a los resultados alcanzados y a la calidad del trabajo que se realiza. En tal sentido, los indicadores serán cuantitativos y también cualitativos. Y todos ellos habrá que clasificarlos en los niveles establecidos, con criterios claros para su asignación y objetivación. Los principales indicadores de desempeño en cualquier actividad serían cinco a nuestro modo de ver: *Productividad, Calidad, Seguridad/salud Laboral, Innovación/aporte creativo, y Satisfacción.* La percepción del trabajador es necesaria en este proceso de medición. Algunas empresas excelentes integran tales indicadores en un indicador global que permite estandarizar niveles de desarrollo de las personas en la organización, asociando a los mismos su salario variable. La carrera profesional, la formación y la retribución salarial, son tres aspectos esenciales del desarrollo competencial que habrían de estar interrelacionados. Se recomienda consultar la NTP 830, fig. 5, sobre ejemplos de niveles de competencias en la ejecución de un trabajo, sobre integración de la prevención y sobre el desarrollo de personas, funciones importante de los mandos.

Se podría pensar que la carrera profesional de las personas en una organización pequeña es una utopía. Ello no es cierto; en toda empresa hay diversidad de puestos de trabajo y funciones y diversidad de competencias a contemplar para que la actividad empresarial se desarrolle de manera excelente. En función de las capacidades y talento de cada persona se abren espacios de desarrollo para que las personas, ya sea a través de la rotación de puestos –que además de enriquecimiento personal generan flexibilidad– y su participación temporal en grupos específicos sobre temas de interés (grupos y proyectos de mejora, grupos de I+D+i, comités de seguridad y salud laboral, comités de ética y responsabilidad social, etc.), pueden tener un proceso de desarrollo permanente. El que las personas aparte de los cometidos propios de su puesto participen colateralmente en otras actividades de carácter "staff" o en redes de cooperación facilita enormemente la ampliación de la visión del trabajador en cuanto a la actividad empresarial y sus posibilidades de crecimiento. Lo importante es que este proceso sea gestionado y los avances competenciales del trabajador sean reconocidos. Según manifiesta Leonard Mertens, experto de la OIT en gestión por competencias, "*Solo una propuesta donde se articulen educación/formación, con trabajo y tecnología, en un adecuado ambiente productivo, puede ser el mecanismo por el cual se transmitan valores, hábitos y comportamientos inherentes a las modernas competencias requeridas por trabajadores y mandos en la actualidad".* La formación continuada en el lugar de trabajo a través del diálogo y la reflexión conjunta entre mandos y trabajadores sobre el trabajo realizado y los incidentes que acontecieren es valiosa, y al mismo tiempo es complementaria a la formación específica recibida para la función encomendada. Además, el motor más estimulante de la formación está en la resolución de problemas y en el aporte de mejoras; un incremento formativo que a su vez también incrementa la capacidad innovadora de una organización. También el propio Mertens manifestaba: *"La formación en la empresa tiene sentido sólo si se vincula con innovaciones en tecnología y en organización"*

Competencias organizacionales e individuales de seguridad. Indicadores

Existen empresas que pueden considerarse semilleros de seguridad, resultado del compromiso y liderazgo de

la gerencia. Sus directores tienen como prioridad y valor principal la seguridad, transmiten su importancia a toda la organización. Son un modelo, dan ejemplo. Visitan los lugares de trabajo, las instalaciones, muestran su interés y preocupación. Su mensaje es nítido: la seguridad aquí es importante. Los mandos se responsabilizan de implantar y mantener las políticas, procedimientos y prácticas de seguridad y salud.

Un entorno claramente orientado a la seguridad y salud desarrollará los distintos elementos competenciales cuidando de dar coherencia al sistema y alinear las competencias individuales con las organizacionales. Algunos indicadores de la competencia organizacional "Orientación a la Seguridad y Salud" serían los siguientes:

- Se habla de seguridad con frecuencia y suele hacerse al principio de cada reunión.
- Se realizan reuniones específicas de seguridad.
- Se realizan frecuentes comunicaciones y consultas sobre seguridad y salud.
- Se fomenta la participación de los trabajadores-as en los aspectos relativos a la seguridad y salud.
- Compromete a los trabajadores-as a seguir o definir procedimientos para trabajar de forma segura y saludable.
- Se desarrollan destrezas en los trabajadores-as a través de procesos de aprendizaje permanente.
- Se entrena a identificar situaciones de riesgo y conductas inseguras.
- Se realizan simulaciones de actividades de riesgo.
- Se antepone la seguridad a la productividad.
- No se fuerza a actuar si se ha identificado una posible situación de riesgo. Se da capacidad a los trabajadores-as para parar un trabajo que no es considerado seguro.
- Se forma e informa a los trabajadores para que realicen sus funciones con seguridad y sobre distintos aspectos de seguridad y la salud.
- Se proporcionan EPI,s adecuados y se asegura de que se usan y mantienen correctamente.
- Se realizan las evaluaciones de riesgos periódicamente y ante cambios que las precisan.
- Se realizan auditorías periódicas de seguridad y salud.
- Se proporciona *feedback* positivo y reconocimiento del desempeño.
- Se promueve y cuida que las personas se desarrollen en el trabajo y se impliquen en él.

En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de indicadores de desempeño.

COMPETENCIAS	NIVELES				INDICADORES DE DESEMPEÑO
	1 INSATISFACTORIO	2 INTERMEDIO	3 SATISFACTORIO	4 EXCEPCIONAL	
Orientación al logro		x			• Establece retos estimulantes. • Mide su desempeño. • Mejora resultados innovando.
Impacto e influencia		x			• Utiliza persuasión directa, hechos y cifras. • Adapta las presentaciones a su audiencia. • Muestra preocupación por su reputación profesional.
Pensamiento analítico			x		• Reconoce las acciones clave y los problemas ocultos. • Anticipa obstáculos. • Resuelve los problemas sistemáticamente. • Realiza conclusiones lógicas. • Ve consecuencias e implicaciones de sus actos.
Iniciativa		x			• Persevera en la resolución de problemas. • Resuelve los problemas sin pedir ayuda.
Comprensión relaciones interpersonales		x			• Comprende las actitudes, intereses y necesidades de los demás. • Mantiene relaciones empáticas con clientes y en el trabajo.
Conocimiento del producto				x	• Es especialista en su actividad, conoce bien el mercado y los productos que ofrece. • Dispone de criterios claros de necesidades a cubrir.
Autoprotección, Conducción segura			x		• Cuida y mantiene en buen estado el vehículo. • Conduce en adecuadas condiciones físicas y mentales. • Coloca el material en el vehículo de forma segura y estabilizada para que no se desplace. • Maneja los materiales de forma segura y ergonómica • Presta total atención a la conducción, evitando distracciones. • Respeta con rigor las normas de circulación, especialmente los límites de velocidad. • Adapta la conducción a las condiciones climáticas, rutas seguras, etc. • Respeta los horarios de descanso.

Tabla 1. Ejemplo de inclusión de competencias e indicadores de seguridad en un puesto de trabajo de Comercial.

En consecuencia, se establecen indicadores de desempeño en seguridad, positivos o predictores, medimos acciones, comportamientos y procesos que las personas hacen para garantizar la seguridad, más allá de simplemente tener en cuenta la incidencia o gravedad de los accidentes una vez producidos u otros resultados cuantitativos de ineficiencia. Se trata de pasar de tener como objetivo la reducción de accidentes a poner también como objetivo la puesta en práctica de aquellas competencias que ayudarán a reducirlos y a mejorar la calidad y eficiencia en el trabajo. Los *indicadores predictivos* contribuyen a eliminar las condiciones precursoras de actuaciones y situaciones inseguras, desorden y falta de limpieza, falta o limitaciones de procedimientos, falta de orientación-liderazgo, malas relaciones, falta de resonancia emocional, falta de formación, de comunicación, urgencia de plazos y de productividad, etc.

Como conclusión, destacaríamos que para establecer conductas de seguridad y salud en la empresa es necesario que la organización trabaje por construir una cultura preventiva enriquecedora en un marco de excelencia y responsabilidad; que en ese empeño es imprescindible que se definan y desarrollen las competencias de seguridad y salud individuales alineadas con las organizacionales y los valores de empresa; y que este desarrollo debe darse a través del liderazgo, la formación y la participación, procesos necesarios para que las personas perciban la seguridad como un valor, sintiéndose en el centro del sistema organizacional y puedan dar lo mejor para que así pueda desarrollarse su talento.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO
- **Guía Técnica de Integración de la Prevención de riesgos laborales en el sistema de gestión empresarial**, 2008
- **NTP 830. Integración de la Prevención y desarrollo de competencias**, 2009
- **NTP 856 y 857 Desarrollo de competencias y riesgos psicosociales**, 2010
- **Valor de la PRL para la generación de liderazgo de Directivos-as y Mandos,** 2017
- **Guía de Actuación para la Implantación de Comportamientos Seguros y Saludables de Mandos y Trabajadores-as, generadores de Cultura Preventiva y Excelencia,** *2018*

MANUEL BESTRATÉN (Coord.)
Gestión de la Prevención en un marco de Excelencia
Ed. UOC, 2015

MERTENS LEONARD
Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos
Ed. *CINTERFOR/OIT, Montevideo, 1996*

DANIEL GOLEMAN, RICHARD BOYATZIS Y ANNIE McKEE
El líder resonante crea más
Ed. Plaza-Janés, 2002

SPENCER & SPENCER
Competence at work
Ed. Wiley, 1993

CLAUDE LEVY-LEBOYER
Gestión de las Competencias
Ed. Gestión 2000, 1996

HASSAN M. ALIDRISI, SHERIF MOHAMED
Leadership effectiveness: Competencies influence on safety leadership behaviours
Conference paper, 2017

CONSEJO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIA LABORA (CONOCER)
El enfoque constructivista: formación en alternancia y pedagogía de la disfunción aplicada a la identificación de la competencia laboral- OEI Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

CHARLES DUHIGG
El poder de los hábitos
Ed. Urano, 2012

ADELA HABER-VEJA, ANAYS MÁS-BASNUEVO
Inteligencia organizacional: conceptos, modelos y metodologías
Encontros bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência de informaçao.

K. ANDERS ERICSSON, NEIL CHARNESS, PAUL J. TELTOVICH, ROBERT R. HOFFMAN
The Cambridge handbook of Expertise and Expert Performance, 2006

TERRY L. MATHIS, SHAWN M GALLOWAY
Steps to Safety Cultural Excellence
Ed. Willey 2013

M.W. MOHLER
Safety Culture
Ed. Infinity Publishing, 2015

PROF. HELEN DE CIERI, DR. TRACEY SHEA, MS. TRISH PETTIT, MS. MIMI CLARKE
Measuring the leading indicators of occupational health and safety: A snapshot review, 2012

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.122

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (I): nuevas formas de organización del trabajo

Information and Communication Technologies (ICT) (I): new forms of work organization
Les technologies de l'information et de la communication (TIC) (I): nouvelles formes d'organisation du travail

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Noemí Manzano Santamaría
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSSBT

El objetivo de esta Nota Técnica de Prevención (NTP) es analizar el impacto psicosocial del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito laboral. Con tal fin, esta primera NTP sobre el tema examinará algunas de las nuevas formas de organización del trabajo - el teletrabajo suplementario/alterno, el teletrabajo móvil, el trabajo nómada- basadas en el uso de las TIC, para posteriormente estudiar, en una segunda NTP, los posibles factores de riesgo psicosocial que pueden generarse por un inadecuado diseño de estas condiciones de trabajo y facilitar medidas preventivas destinadas a eliminar o reducir la exposición a factores de riesgo psicosociales que puedan generar daños a la salud del trabajador, así como un descenso de la productividad, del rendimiento laboral, etc.

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

Desde la aparición del primer ordenador y el teléfono móvil, las TIC han evolucionado de manera vertiginosa, desarrollándose nuevos dispositivos portátiles (como el "Smartphone", la tableta, etc.) y aumentado el número de trabajadores que las usan de manera cotidiana, generalizándose su uso en el ámbito laboral, normalizándose en la interacción con los compañeros de trabajo, clientes, jefes, etc., así como en el desarrollo de la actividad laboral y la organización del trabajo.

Esta cotidianidad en el uso de las TIC en el ámbito laboral está relacionada con el proceso de globalización del mercado laboral y el aumento de la competitividad, que han requerido a las empresas mayor flexibilidad en la organización del trabajo y han dado lugar a nuevas formas de organización del trabajo, diferentes a las tradicionales. Éstas suponen un desafío para los técnicos de prevención, ya que incorporan cambios en la concepción tradicional del espacio físico donde se realiza el trabajo (aumenta la deslocalización del trabajo, teniendo la opción de realizarlo en espacios públicos de *coworking*, en lugares de paso como cafeterías y hoteles, en medios de transporte mientras el trabajador se desplaza, etc.) y en los tiempos de trabajo (impulsando la autogestión del trabajo por parte del trabajador) con el riesgo de prolongar la jornada laboral debido a la facilidad para la conexión en cualquier momento y lugar, incidiendo así en la conciliación de la vida laboral, personal y familiar. Tal es la importancia de este asunto que se está empezando a debatir la necesidad de contemplar el derecho a la desconexión digital en la legislación laboral, existiendo empresas que ya lo están recogiendo en sus convenios colectivos.

Debido a la magnitud de los cambios en la forma de organizar el trabajo propiciado por el uso de las TIC, es necesario anticipar los posibles factores de riesgo emergentes para garantizar un equilibrio entre la seguridad y la salud de los trabajadores y la flexibilidad laboral.

2. EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN EL ÁMBITO LABORAL Y NUEVAS FORMAS DE ORGANIZAR EL TRABAJO

Las TIC y sus aspectos potencialmente positivos y negativos

La tecnología (en general) y las TIC (en particular) son neutras, es decir, su uso no implica necesariamente consecuencias positivas ni negativas en sí mismas, sino que es la forma en la que se usan lo que puede inclinar la balanza hacia un lado o hacia otro, perfilando los aspectos potencialmente positivos y negativos de las TIC, entendidas como el conjunto de tecnologías tales como herramientas, soportes, canales, softwares, etc. que permiten al usuario acceder, almacenar, procesar y transmitir la información presentándola en forma de audio, texto y/o imagen (Zambrano, 2009).

Algunos de estos aspectos potencialmente positivos y negativos están detallados en las tablas 1 y 2.

Las TIC como elemento fundamental para la generación de nuevas formas de organización del trabajo

Como consecuencia del desarrollo y uso de las TIC en el ámbito laboral se han ido generando nuevas formas de organización del trabajo que suponen una alternativa

USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN EN EL ÁMBITO LABORAL
ASPECTOS POTENCIALMENTE POSITIVOS
• Omnipresencia de las TIC en los procesos productivos que imprimen rapidez y ahorro de tiempo de trabajo.
• Mayor satisfacción laboral y productividad.
• Facilidad para llevar a cabo una comunicación sincrónica (en tiempo real, usando el móvil, la videoconferencia, etc.) o asincrónica (usando, por ejemplo, el correo electrónico) con trabajadores en diferentes localizaciones (a nivel local, autonómico, nacional, internacional) a través de espacios virtuales de comunicación.
• Flexibilidad laboral y aumento de la autonomía para gestionar el tiempo de trabajo en función del cumplimiento de objetivos laborales.
• Facilidad para realizar el trabajo deslocalizadamente gracias a la conexión accesible en cualquier lugar. • Facilitan la ruptura con la concepción tradicional de realización del trabajo (el realizado asistiendo diariamente al centro de trabajo empresarial dentro de un horario previamente establecido).
• Acceso ilimitado a información a través del uso de Internet. • Facilita el compartir conocimientos a través de Internet, plataforma web, intranet, etc., y la movilidad de contenidos. • Digitalización de la información gracias al almacenamiento de la misma en dispositivos físicos (USB) o virtuales (“la nube”), lo que evita la carga, manipulación y/o transporte de documentos pesados.
• Abaratamiento de los costes empresariales relativos al espacio físico gracias a la deslocalización física del lugar de trabajo (la oficina no es el único lugar de trabajo). • Abaratamiento de las comunicaciones a distancia (ya no es necesario desplazarse a otros centros de trabajo para visitar a clientes, compañeros de trabajo, etc.).
• Flexibilización de los tiempos de trabajo y superación de la rigidez que imponen los tradicionales horarios fijos de trabajo.
• Autogestión del trabajador en función del cumplimiento de objetivos, lo que le otorga mayor autonomía.
• Facilidad para la realización de varias tareas a la vez (multitarea).
• Facilidad para el contacto constante y la mejora en la atención al cliente y/o empresa cliente (gracias al uso de TIC, conectividad constante, portabilidad de equipos y deslocalización).
• Inserción en el mercado laboral de trabajadores con movilidad reducida, trabajadores con ascendentes o descendientes dependientes, trabajadores con residencia alejada del centro de trabajo, etc.

Tabla 1. Aspectos potencialmente positivos de la utilización de las nuevas TIC en el ámbito laboral.

más flexible a una de las primeras formas de organización del trabajo usando las TIC; el *telecommuting*, término que hacía referencia al *commuting* o desplazamiento diario al lugar de trabajo por el uso de las TIC desde el hogar y que actualmente está asociado al teletrabajo permanente en el hogar.

Las nuevas formas de organización del trabajo, reflejadas en la figura 1, quedan circunscritas al término *eWork*, concepto más amplio que el inicial de *telecommuting* ya que es aplicable a “cualquier forma de organización del trabajo remoto (es decir, el realizado a distancia, lejos de las instalaciones del empresario) y tele-mediado (en el que la comunicación, transferencia de datos y resultados se lleva a cabo a través del uso de TIC)”.

El *telecommuting*, entendido hoy como teletrabajo permanente en el hogar, ha dejado paso a formas mixtas de organización del trabajo, que combinan la realización del trabajo en el domicilio con el realizado en la oficina

Figura 1. Algunas de las nuevas formas de organización del trabajo

USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN EN EL ÁMBITO LABORAL
ASPECTOS POTENCIALMENTE NEGATIVOS
• Posible incremento del ritmo de trabajo y la exigencia en la rapidez de respuesta. • Las TIC, los clientes y/o los objetivos a alcanzar imponen el ritmo de trabajo. El trabajador puede perder el control sobre el mismo.
• Posible aumento de la dependencia tecnológica para realizar el trabajo.
• Puede suponer un aprendizaje y esfuerzo continuo para el manejo de las TIC.
• Su uso puede aumentar las exigencias de naturaleza cognitiva (manejo de TIC, multitarea, etc.) ocasionando mayor dificultad en la toma de decisiones, un incremento de errores, etc., así como interrupciones constantes si se hace un uso inadecuado de las TIC.
• Reducción del contacto social cara a cara, sensación de aislamiento y/o sensación de soledad.
• Prolongación de la jornada laboral (realización del trabajo en los tiempos muertos entre viaje y viaje, realización del trabajo fuera del horario laboral, en el hogar, etc.) que puede desembocar también en una intensificación del trabajo. • Prolongación de la jornada laboral que puede interferir en la vida familiar y el tiempo de ocio. • Dificultad para contabilizar el trabajo realizado fuera de la jornada laboral (mediante conexión remota a los servidores en el fin de semana, envío y recepción de correos electrónicos fuera del horario laboral, etc.). • Disminución y dificultad para disfrutar del tiempo de descanso y/o recuperación física y mental debido a la facilidad de conexión para realizar el trabajo fuera de la jornada laboral. • La facilidad para trabajar en cualquier momento y lugar gracias a las TIC puede actuar como generador y/o potenciador de la adicción al trabajo y/o la adicción al uso de las TIC. Ambas adicciones pueden interactuar y retroalimentarse.
• Problemas técnicos (averías, lentitud del dispositivo, etc.) y/o de infraestructura (ausencia de enchufes, etc.) pueden impedir la realización del trabajo usando TIC en diferentes localizaciones fuera de las instalaciones de la empresa.
• Sobrecarga de información al acceder, gestionar y utilizar cantidades ingentes de información que se obtiene mediante diferentes vías: conexión a Internet, recepción de correos electrónicos, etc. • Pérdida de información valiosa al extraviarse y/o averiarse el dispositivo usado. • Desafío a la hora de proteger la información confidencial. • Inadecuada gestión del conocimiento de los trabajadores remotos si estos no tienen forma de compartir con sus compañeros el conocimiento que van adquiriendo día a día, fruto del desarrollo de su actividad laboral, favoreciendo la pérdida de los mismos.
• Dificultad para la coordinación de actividades realizadas por trabajadores fuera del centro de trabajo, debido a problemas en la comunicación e interacción con y entre los trabajadores remotos. • Canales de comunicación no establecidos o inadecuados con y entre trabajadores remotos.
• Cultura empresarial anclada en el presentismo laboral y desconfianza en la autogestión del trabajador. • Dificultad y desafíos en la supervisión del trabajo realizado. • Monitorización (vigilancia) del trabajador y del cumplimiento de sus objetivos de manera desproporcionada y despersonalizada.
• Tareas inesperadas y no planificadas suceden a otras tareas en curso de manera incesante.
• Ausencia de regulación relativa al trabajo digital, la desconexión digital, etc.
• Localizaciones ergonómicamente no adecuadas para realizar el trabajo (cafeterías, asiento del avión, etc.). • Trabajadores con sensación de búsqueda constante de un espacio físico donde trabajar: salas de espera en aeropuertos, aviones, trenes, telecentros de trabajo, espacios de *coworking* (espacios de trabajo compartidos), *techub* (espacios donde una red internacional de emprendedores pueda trabajar, colaborar, relacionarse y aprender), etc.

Tabla 2. Aspectos potencialmente negativos de la utilización de las nuevas TIC en el ámbito laboral.

del empresario, como son: el teletrabajo suplementario u ocasional (puede entenderse como aquel en el que el trabajador pasa uno o dos días de trabajo en el hogar -en función de la fuente consultada- a la semana) y/o el teletrabajo alterno (aquel en el que el trabajador divide su tiempo de dedicación al trabajo entre la oficina y el hogar).

Por otro lado, el teletrabajo móvil o trabajo móvil basado en las TIC y el trabajo nómada ha supuesto la evolución lógica de las formas de organización del trabajo como respuesta a un mercado cada vez más global, competitivo y deslocalizado, apostando por la flexibilidad como medio para adaptarse a los continuos cambios del mercado y los procesos productivos, alcanzando mayor visibilidad alrededor del año 2000 y aumentando progresivamente desde entonces.

El concepto de trabajo móvil basado en las TIC se define por la Fundación Europea para la Mejora de Condiciones de Vida y Trabajo (2015) como aquel donde "el trabajador (ya sea empleado o autónomo) opera desde varias posibles localizaciones fuera de las instalaciones de su empresa, por ejemplo, desde su casa, desde la instalación del cliente o en desplazamiento) apoyándose en la tecnología moderna como un portátil y una "tablet". Esto difiere del teletrabajo tradicional en el sentido de que se está menos atado al lugar de trabajo".

Algunas de las características del trabajo móvil basado en el uso de TIC serían: el acceso remoto al sistema de comunicaciones de la empresa (plataforma web, foros, chat, correo electrónico, etc.), el intercambio de información en espacios virtuales de trabajo, el desarrollo del trabajo con mayor flexibilidad y movilidad física (ya que se

trabaja en varias y/o diferentes localizaciones, como hoteles, cafeterías, empresa del cliente, su propio hogar, etc. o en el trayecto de una localización a otra usando el avión, el tren, etc.), la disponibilidad y conectividad constante en cualquier lugar y en cualquier momento y la movilidad en todas sus vertientes. La movilidad es entendida como: movilidad de contenidos (que pueden recibirse y enviarse de una forma casi inmediata gracias al uso de internet, etc.), movilidad de los dispositivos utilizados (en relación con la portabilidad de los mismos), movilidad de las relaciones (los trabajadores no se relacionan solamente en un único centro de trabajo con los compañeros ubicados en el mismo sino con trabajadores en diferentes localizaciones, a nivel local, nacional e internacional o incluso a través de espacios virtuales) y la movilidad virtual (relativa a la realización de la tarea en espacios virtuales de trabajo y la posibilidad de almacenarlos virtualmente desde "la nube" o enviarlos por correo electrónico).

Como Blatt y Gallager (2013) afirman: "En este sentido, no importa donde se realice el trabajo o donde esté ubicado el trabajador (se produce una trivialización del lugar de trabajo), ya que **el trabajo es algo que la gente hace, no el lugar donde van a trabajar**".

Las características principales del teletrabajo móvil o trabajo móvil basado en el uso de TIC se han recogido en la figura 2.

El trabajo nómada, sin embargo, es definido por Makoto y Mark (2008) como una forma extrema de trabajo móvil, caracterizada (al igual que los teletrabajadores

Figura 2. Los pilares del teletrabajo **móvil**. *Adaptado de Berg (2013)*

móviles), por el uso de TIC, la flexibilidad en la organización del tiempo del trabajo, la movilidad física, etc., y por tres características específicas que marcan la diferencia: viajan de manera intensiva durante la mayoría de su tiempo, no están fuertemente vinculados a ninguna oficina o lugar de trabajo transcendiendo la necesidad de acudir a un centro de trabajo físico, y la necesidad de llevar, gestionar, reconfigurar sus propios recursos (ordenador, fax, impresora, conexión a internet, toma de corriente, etc.) cuando realizan su trabajo en diferentes localizaciones.

BIBLIOGRAFÍA

European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. E. New forms of employment. *Luxemburgo. 2015. 168 páginas.*

European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, International Labour Organization. Working Anytime, Anywhere: The Effects on the World of Work. Luxemburgo.Gnénova.2017. 80 páginas.

BERG, O.
Los 6 pilares del nuevo lugar de trabajo digital. 2013.
https://blog.zyncro.com/2013/11/05/los-6-pilares-de-nuevo-lugar-de-trabajo-digital/

BLATT, K., GALLAGER J.
"Mobile Workforce: The Rise of the Mobilocracy". En Global Mobile: Applications and Innovations for the Worldwide Mobile Ecosystem. New Jersey. Information Today, Inc. 2013. Páginas 275-292

CRAWFORD, J, O., MACCALMAN, L., JACKSON, C, A. The Health and Well-being of Remote and Mobile Workers. Occupational Medicine. Septiembre. 2011, volumen 61, número 6, páginas 385–394.

ERIK ANDRIESEN, J.H., VATIAINEN, M. (2006).
Mobile Virtual Work. A New Paradigm?
Berlín. Springer. 2006. 392 páginas.

HANHIKE, T., GAREIS, K. MODELLING eWork.
Towards a better understanding of information technology´s impact on workplaces and work locations.

MAKOTO, N., MARK, G.
Designing for Nomadic Work. Irvine. USA. Universidad de California. Departamento de Informática. 2008. 10 páginas.

PERRY, M., SELLEN, A., O´HARA, K., HARPER, R.H.R. Dealing with Mobility: Understanding Access Anytime, Anywhere.
ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI). Diciembre. 2001. Volumen 8, número 4, páginas 323-347.

SCHMIDT, L., HOLGER, L. (2006).
Model-based Design of Mobile Work Systems. En Mobile Virtual Work. A New Paradigm?.
Berlín. Springer. 2006. Páginas 153-176.

VATIAINEN, M. (2006).
Mobile Virtual Work-Concepts, Outcomes and Challenges. En Mobile Virtual Work. A New Paradigm?
Berlín. Springer. 2006. Páginas 13-42.

ZAMBRANO MARTÍNEZ, F.
Las TICS en nuestro ámbito social.
Revista Unam.mx Revista Digital Universitaria, 2009. Volumen 10, número 11.
http://www.revista.unam.mx/vol.10/num11/art79/int79.htm

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.123

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (II): factores de riesgo psicosocial asociados a las nuevas formas de organización del trabajo

Information and Communication Technologies (ICT) (II): psychosocial risk factors associated with new forms of work organization

Les Technologies de l'information et de la communication (TIC) (II): facteurs de risque psychosociaux associés aux nouvelles formes d'organisation du travail

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Noemí Manzano Santamaría

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSSBT

La anterior NTP sobre esta temática analizaba algunas de las nuevas formas de organización del trabajo basadas en el uso de las TIC, como son el teletrabajo suplementario/alterno, el teletrabajo móvil o el trabajo nómada. En esta NTP, se van a recoger, de forma específica, los factores de riesgo psicosocial que pueden generarse por un inadecuado diseño de determinadas condiciones de trabajo, proponiéndose una serie de medidas preventivas destinadas a eliminar o reducir la exposición a estos factores de riesgo psicosocial que puedan generar daños a la salud del trabajador, así como un descenso de la productividad y del rendimiento laboral, un empeoramiento del clima laboral, etc.

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. EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN EL ÁMBITO LABORAL: FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL ASOCIADOS

Cuando las condiciones de trabajo relacionadas con la organización, el contenido del trabajo y la realización de la tarea están configuradas deficientemente o con un diseño inadecuado, suponen la exposición a unas condiciones de trabajo con el potencial de causar malestar y/o daño y, por tanto, se convierten en factores de riesgo psicosocial, que, si se dan las condiciones, pueden contribuir a la generación de un riesgo psicosocial propiamente dicho (INSHT, 2015). Ya que estos factores de riesgo psicosocial pueden afectar negativamente a la salud y bienestar del trabajador, conviene identificar las situaciones en las que el trabajador usuario de TIC, que desempeña su trabajo, en el contexto de alguna de estas nuevas formas de organización del trabajo puede estar expuesto a estos factores de riesgo psicosocial.

Para ello, a continuación se facilita un listado no exhaustivo de los factores de riesgo psicosocial que podrían estar presentes en la empresa a consecuencia de un diseño inadecuado de las condiciones de trabajo (ver tabla 1. Nota: algunas de estas condiciones pueden afectar a varios factores).

Como se puede observar, el listado es bastante extenso, por lo que conviene tener conocimiento del mismo para prevenir posibles daños a la salud del trabajador, como problemas cognitivos, nerviosismo, problemas de sueño, etc., así como la aparición de riesgos psicosociales relacionados con el uso de las TIC, como el tecnoestrés (tecnoansiedad, tecnofatiga, tecnofobia), etc.

Además de identificar los factores psicosociales de riesgo a los que están expuestos los trabajadores, una cuestión importante es la de ser conscientes de sus posibles interacciones. Por ejemplo, la conciliación de la vida familiar y laboral es un factor psicosocial que interactúa con multitud de factores psicosociales como: la sobrecarga de trabajo cuantitativa, la prolongación de la jornada laboral (recogida en el factor psicosocial "tiempo de trabajo"), el uso inadecuado de los equipos de trabajo e incluso con la cultura organizativa y funcional de una organización (ya que en ella se recogen valores y normas relacionados con la realización del trabajo usando TIC, pudiéndose dar el caso de que la cultura empresarial no regule la conectividad permanente del trabajador usuario de TIC y esto impida o dificulte, a su vez, la desconexión digital del trabajo, afectando a su esfera personal y familiar, así como al tiempo de ocio y de descanso).

LISTADO NO EXHAUSTIVO DE FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL
TIEMPO DE TRABAJO
• Prolongación de la jornada laboral (antes de su comienzo o al finalizar la misma) y realización del trabajo en horarios inusuales (noche, fin de semana, etc.) debido a la conectividad permanente y al uso inadecuado de las TIC. • Dificultad de conciliar la vida familiar y laboral, debido a la difuminación de las barreras entre el tiempo de trabajo, de ocio y de descanso que ocasiona el uso inadecuado de las TIC una vez finalizada la jornada laboral. • Aumento de las interrupciones en el desarrollo del trabajo debido al uso de TIC, en especial en el uso del correo electrónico. • Tareas no previstas y multitarea facilitadas por el uso de las TIC, que pueden prolongar la jornada laboral. • Realización de tareas en "periodos de espera" o "tiempos muertos" (entre desplazamientos y/o viajes) que antes eran "inactivos" (ya que no se podía realizar el trabajo sin estar presente en la oficina) y ahora son trabajados y pueden suponer un añadido al tiempo de trabajo de la jornada laboral. • Asincronismo temporal para interactuar con otros trabajadores ubicados en países con diferentes franjas horarias, lo que incide en la jornada laboral, prolongando o adelantando el comienzo de la misma. • Cultura de empresa sin una política clara sobre promoción de trabajadores remotos, lo que hace aumentar la competitividad, pudiendo ocasionar un aumento de las horas de trabajo usando las TIC fuera del horario laboral y del centro de trabajo, ocasionando a su vez prácticas laborales inadecuadas como el *leaveism* (entendido en su acepción de realización del trabajo en el hogar, fuera de la jornada laboral, para adelantar trabajo sin dar parte de esta práctica ni a compañeros ni a superiores jerárquicos). • Inestabilidad laboral y ausencia de cultura empresarial clara entorno al uso inadecuado de las TIC fuera de la jornada laboral potenciando prácticas como el *leaveism* (entendido en su acepción de llevar el trabajo "al día" realizándolo fuera de la jornada laboral para lograr consolidar el puesto de trabajo ante la amenaza de una no renovación o despido). • Cultura empresarial que no tenga en cuenta la movilidad física constante para la realización del trabajo (a nivel local, autonómico, nacional o internacional en países con o sin diferentes franjas horarias) como tiempo de trabajo y/o la prolongación de la jornada laboral que esta pueda suponer.
AUTONOMÍA
• Dificultad para planificar el trabajo y controlar el ritmo de trabajo, pausas, etc. debido a la velocidad que imprimen las TIC en el desarrollo del mismo, la inmediatez de respuesta y la intensificación del mismo. Las TIC pueden terminar marcando el ritmo de trabajo y la urgencia de las tareas a realizar.
CARGA DE TRABAJO CUANTITATIVA
• Sobrecarga de trabajo cognitiva potenciada por la sensación de urgencia en la inmediatez de respuesta al usar TIC (por ejemplo, en el uso y gestión inadecuada de correos electrónicos). • Multitarea potenciada por el uso de las TIC y la gestión de asuntos urgentes que sobrevienen a otros en curso. • Aumento del número de tareas imprevistas comunicadas haciendo uso de las TIC. Tareas que se tornan prioritarias y se suman a las previstas y en curso. • Aumento de interrupciones en el desarrollo del trabajo debido al uso de TIC, en especial el uso del correo electrónico que genera retrasos, acumulación de tareas, etc. • Problemas técnicos en el uso de los dispositivos usados (lentitud, avería, etc.) que sumado a la dependencia tecnológica para desarrollar el trabajo, pueden provocar sobrecarga de trabajo.
CARGA DE TRABAJO CUALITATIVA
• Ausencia de un espacio físico (donde realizar reuniones cara a cara) o virtual (plataformas, chat, etc.) de interacción para compartir conocimientos entre y con trabajadores remotos, que puede ocasionar una pérdida del conocimiento adquirido día a día en el desempeño de su trabajo, dificultando la realización del mismo o la resolución de incidencias por carecer del conocimiento necesario. • Inadecuada gestión de la comunicación entre y con trabajadores remotos, lo que puede dificultar el intercambio de conocimientos e información, el apoyo informativo y/o el apoyo instrumental.

Tabla 1. Listado no exhaustivo de factores de riesgo psicosocial. (continúa en páginas siguientes)

DEMANDAS PSICOLÓGICAS
• Aumento de interrupciones externas por uso de TIC, correo electrónico, etc. y dificultad para concentrarse de nuevo en la tarea desarrollada. • La inmediatez de respuesta que se asocia al uso de las TIC, en concreto el correo electrónico, hace que no se dedique el tiempo necesario para reflexionar y pensar adecuadamente, cometiendo errores, ocasionando malos entendidos, etc. • La multitarea propiciada por el uso de TIC puede producir sobrecarga cognitiva. • La exigencia de un aprendizaje continuo para usar las TIC, las APP, los softwares, etc. así como un aprendizaje de nuevos lenguajes informáticos. • Sobrecarga informativa (llamado también infobesidad o infoxicación) por el manejo y gestión (lectura, selección, análisis, comprensión, etc.) de grandes cantidades de información proveniente de diversas fuentes (Internet, correo electrónico, plataformas web, etc.), lo que genera una sobrecarga de información que provoca un uso inefectivo de la misma (ocasionando dificultad o imposibilidad de seleccionarla, gestionarla, clasificarla, etc.). • Disminución del tiempo de descanso mental y físico necesarios para la recuperación del trabajador debido a la prolongación del tiempo de trabajo que propicia el uso de TIC y la conectividad permanente, solapándose con el tiempo de ocio y de descanso. • La movilidad física del trabajador puede ser elevada, tanto a nivel local, como nacional o internacional. En este último caso, los requerimientos cognitivos pueden ser elevados, se pueden producir además choques culturales o lingüísticos con clientes o compañeros de trabajo, problemas de comunicación y malos entendidos.
VARIEDAD/CONTENIDO
• Pobre flujo de información y escasa retroalimentación entre el superior jerárquico y el trabajador debido a la dificultad de la interacción en espacios virtuales de trabajo y/o a la ausencia de procedimientos y/o canales de comunicación con los trabajadores remotos. Esto puede afectar al desconocimiento del sentido de su trabajo en el conjunto global de la empresa. • Ausencia de visibilidad del trabajador que genera sensación de inexistencia, ya que “si no me ven, no existo”. Esta “despersonalización” del trabajador remoto es causada por la dificultad que implica la comunicación mediatizada y el trabajo a distancia fuera de las instalaciones del empresario y puede afectar a la percepción del trabajador sobre el escaso reconocimiento del trabajo que realiza.
PARTICIPACIÓN/ SUPERVISIÓN
• Ausencia de canales de información y comunicación apropiados para que se facilite la interacción con y entre los teletrabajadores y teletrabajadores móviles. • Monitorización inadecuada del trabajador remoto o del trabajo que ha realizado, que puede afectar a su privacidad o derecho a la intimidad como usuario de TIC. • Monitorización impersonal del trabajado realizado por trabajadores remotos usuario de TIC, basada en el recuento numérico sobre el cumplimiento de objetivos fijados y no en la calidad del trabajo realizado y/o en el control del trabajador (monitorizando las interacciones con el teclado o ratón, uso del correo electrónico, etc.) en vez del trabajo realizado.
INTERÉS POR EL TRABAJADOR/COMPENSACIÓN
• Ausencia de programas o acciones formativas específicas para formar a teletrabajadores y/o teletrabajadores móviles. • Ausencia de programas continuos y específicos de formación relativos al manejo de las TIC en función de las necesidades detectadas en los trabajadores. • Ausencia de inclusión del trabajador remoto en los programas o acciones formativas continuas de la empresa. • Sensación de mayor dificultad para conseguir una compensación por la realización del trabajo al “no ser visibles” en la empresa. Sentimiento de dificultad para promocionar y de mayor facilidad para ser despedido. • La comprobación, del superior jerárquico, de la mera consecución de objetivos cuantificables comunicados por el trabajador mediante espacios virtuales de interacción (correo electrónico, intranet, etc.), sin existencia o con escaso contacto cara a cara o interacción física con el mismo, puede ser percibida por el trabajador como una valoración impersonal de su trabajo y como un reconocimiento insuficiente del mismo. • Ausencia de políticas específicas sobre ascensos, promociones y desarrollo de carrera de teletrabajadores o teletrabajadores móviles que se pueden traducir en prácticas como el *leaveism*, mayor competitividad, etc. • Ausencia de políticas de implantación, cambios y/o renovación de software, etc. que faciliten el cambio y la capacitación adecuada de los trabajadores.

DESEMPEÑO DE ROL
• Sobrecarga de rol laboral. El rol laboral llega a ocupar el espacio temporal previsto para el desempeño del rol familiar, incumpliendo así las expectativas previstas para este último, propiciando, en última instancia, la aparición de un conflicto trabajo-familia. • Ambigüedad de rol propiciada por el tipo de comunicación (mediatizada), la dificultad de establecer interacciones con compañeros y superiores jerárquicos para informar o aclarar la asignación de tareas no previstas y responsabilidades que atañen, de manera más o menos inmediata.
RELACIONES Y APOYO SOCIAL
• Nula o escasa posibilidad de interaccionar cara a cara con compañeros e imposibilidad de obtener apoyo social (emocional y/o instrumental). • Sensación de aislamiento al predominar la comunicación mediatizada y las relaciones virtuales. • Comunicación mediatizada usada inadecuadamente para la comunicación de datos negativos (evaluaciones negativas del trabajador, incidencias, despidos, etc.) y frialdad en comunicación de emociones o sentimientos. • Malos entendidos y conflictos laborales debido al uso de espacios virtuales de interacción y comunicación.
CONCILIACIÓN VIDA LABORAL-FAMILIAR
• Inadecuada gestión de la flexibilidad temporal que caracteriza la realización del trabajo usando TIC, produciéndose una prolongación de la jornada laboral e interferencias y/o invasión en el tiempo de ocio y descanso. • Manejo inadecuado de los dispositivos portables, intranet, correo electrónico, etc., en cualquier momento y lugar, interfiriendo con el tiempo de ocio y descanso. • Ausencia de cultura preventiva o guía de buenas prácticas relativas al uso adecuado de las TIC. Existencia de expectativas de disponibilidad y respuesta inmediata por parte de los superiores jerárquicos y/o sensación de "deber de contestar" fuera de la jornada laboral por parte de los trabajadores. • Ausencia de políticas empresariales específicas sobre promoción de trabajadores remotos que puede aumentar prácticas laborales inadecuadas como el *leaveism* al aumentar la competitividad con objeto de promocionar, usando las TIC fuera de la jornada laboral para llevar el trabajo "al día" e interfiriendo y/o invadiendo el tiempo de ocio y descanso, produciendo un desequilibrio entre vida laboral, familiar y personal.
EQUIPOS DE TRABAJO/MEDIO AMBIENTE
• Problemas técnicos: pérdida de conexión, averías, lentitud de procesamiento, pérdida de datos, etc. • Dependencia tecnológica para desarrollar el trabajo que puede generar ansiedad en caso de problemas técnicos. • Problemas relacionados con la falta de infraestructura, conexiones, enchufes, etc., del espacio físico donde se trabaje con las TIC. • Realización del trabajo en el hogar, sin espacios previstos o adecuados para ello. • Búsqueda constante de un espacio de trabajo adecuado para trabajar, que puede generar incertidumbre al trabajador. • Realización de parte del trabajo en lugares de paso, aprovechando los tiempos muertos o de espera (en aeropuertos, cafeterías, etc.), en medios de transporte en movimiento (como trenes, aviones etc.,) o en espacios "ocasionales" de realización del trabajo (espacios de "coworking", telecentros de trabajo, "techub" o espacios donde una red internacional de emprendedores puede trabajar, colaborar, relacionarse y aprender) que no son propiamente espacios diseñados para la realización del trabajo.

Tabla 1. Listado no exhaustivo de factores de riesgo psicosocial.

2. EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN EL ÁMBITO LABORAL: MEDIDAS PREVENTIVAS

En relación con los factores de riesgo psicosocial detallados más arriba, se ofrece a continuación, en la tabla 2, una serie de medidas preventivas generales que pueden ser de utilidad, a modo orientativo, para eliminar, controlar o reducir los posibles factores de riesgo psicosocial existentes y evitar daños al bienestar y salud de los trabajadores.

Para finalizar, cabe señalar la necesidad de implementar medidas preventivas de carácter primario sobre las de carácter secundario y terciario, siendo el objetivo principal eliminar o reducir la exposición al riesgo modificando los factores de riesgo psicosocial, actuando sobre aquellas condiciones de trabajo diseñadas inadecuadamente.

Para el diseño de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los criterios de prioridad cualitativos (por ejemplo, actuando sobre los factores psicosociales de riesgo que interactúen entre sí, de modo que sea fácil definir objetivos y acciones que actúen a la vez sobre varios factores de riesgo) y/o cuantitativos (en función de la magnitud, el número de trabajadores expuestos, etc.).

LISTADO NO EXHAUSTIVO DE MEDIDAS PREVENTIVAS
TIEMPO DE TRABAJO
• La flexibilidad en la organización temporal del trabajo no debe ser algo susceptible de ser usado para prolongar el tiempo de trabajo de la jornada laboral, por lo tanto, se recomienda, además de respetar la Directiva de Tiempo de Trabajo (93/104/CE), diseñar una guía de buenas prácticas para el uso adecuado de las TIC, hacer campañas de sensibilización en la empresa para trabajadores, mandos intermedios, superiores jerárquicos, etc., evitar las comunicaciones y las interacciones entre compañeros de trabajo y superiores jerárquicos (mediante el uso de llamadas telefónicas, correo electrónico, etc.) fuera de la jornada laboral, etc. • Establecer políticas de desconexión digital para garantizar los tiempos de descanso entre jornadas laborales. Por ejemplo, instalando sistemas restrictivos de desconexión automática que inhabilite la recepción y el envío de correos electrónicos fuera de la jornada laboral para evitar una “jornada laboral sin fin”. • Planificar el trabajo a realizar, la cantidad de trabajo previsible y el inesperado, así como el tiempo de dedicación previsible y el plazo de finalización. • Establecer prioridades de actuación en caso de recibir tareas no esperadas para evitar prolongar el tiempo de trabajo y la multitarea. • Diseñar un procedimiento para llevar a cabo interacciones con trabajadores remotos para evitar la interacción una vez finalizada la jornada laboral. • Programar adecuadamente el tiempo de trabajo y/o la franja horaria destinada a gestionar el uso del correo electrónico, evitando la multitarea y las interrupciones constantes en el desarrollo de la actividad. • Evitar la excesiva multiplicidad de localizaciones. Tener en cuenta la distancia entre ellas. Programar el tiempo de trabajo contando con el tiempo invertido en los desplazamientos.
AUTONOMÍA
• Proporcionar autonomía suficiente para que el trabajador planifique y priorice las tareas para alcanzar los objetivos marcados, establezca su ritmo de trabajo o sus pausas.
SOBRECARGA DE TRABAJO CUANTITATIVA
• Establecer políticas y buenas prácticas para la gestión y uso adecuado del correo electrónico, por ejemplo, evitando el refresco automático, efectuando “siestas digitales” (que suponen la gestión del correo electrónico solo a ciertas horas), estableciendo días sin correo electrónico para que su manejo no suponga una carga adicional de trabajo. • Planificar el trabajo a realizar, la cantidad de trabajo previsible y el inesperado, así como el tiempo de dedicación y plazo de entrega del mismo. • Establecer prioridades de actuación en caso de recibir tareas no esperadas para evitar la sobrecarga de trabajo. • Fijar objetivos reales y alcanzables en la jornada laboral. • Proporcionar a los trabajadores formación específica en gestión del tiempo y uso de dispositivos o del correo electrónico.
CARGA DE TRABAJO CUALITATIVA
• Diseñar procedimientos para establecer cómo se va a gestionar la información y la comunicación mediatizada con y entre los trabajadores remotos. • Diseño y puesta a disposición de canales (plataforma web, chat, foro, etc.) para interactuar con compañeros y superiores jerárquicos en espacios virtuales, posibilitando las consultas, resolución de dudas y/o transmisión de conocimientos adquiridos.
DEMANDAS PSICOLÓGICAS
• Programar adecuadamente el tiempo de trabajo que va a ser dedicado a cada tarea, incluyendo el tiempo dedicado para gestionar el correo electrónico, evitando así interrupciones constantes de este en el desarrollo de la misma. • Priorizar adecuadamente las tareas a realizar, evitando acumulación de trabajo o interrupciones del trabajo en curso por uso inadecuado del correo electrónico (contestar de inmediato) o por tareas laborales imprevistas que se realizan en paralelo a las programadas (provocando multitarea). • Estudiar adecuadamente la posibilidad y conveniencia de cambiar o instalar nuevos sistemas informáticos, diseñando un procedimiento de implantación adecuado en tal caso.

Tabla 2. Listado no exhaustivo de medidas preventivas (Continúa en páginas siquientes)

- Aplicar las medidas relativas a la desconexión digital para evitar el uso inadecuado de dispositivos fuera de la jornada laboral con objeto de impedir interrupciones laborales (por ejemplo, limitando la posibilidad de usar el correo electrónico de la empresa a determinadas horas, incorporando "siestas digitales", estableciendo días sin correo electrónico, etc.) y para garantizar el disfrute del tiempo de ocio y descanso físico y mental (por ejemplo, garantizando la desconexión digital instalando sistemas de desconexión automática de dispositivos, inhabilitando la recepción y envío de correos electrónicos fuera de la jornada laboral, limitando el acceso remoto a la intranet una vez finalizado el horario de trabajo, etc).
- Planificar el nivel de movilidad del trabajador evitando el exceso de viajes, ya que aumentan los requerimientos físicos y cognitivos del trabajador al interactuar con multitud de clientes y/o compañeros (en algunos casos, con diferencias lingüísticas y culturales entre ellos).
- Diseñar acciones formativas específicas para el manejo de TIC en función de las necesidades detectadas por parte de los trabajadores.

VARIEDAD/CONTENIDO

- Fomentar la retroalimentación y dar visibilidad al trabajador implantando, en la medida de lo posible, modelos "mixtos" de organización del trabajo en los que se combine trabajo en oficina y trabajo a distancia. Si no es posible, se aconseja programar reuniones presenciales periódicas con los trabajadores remotos, diseñar y poner a disposición procedimientos y buenas prácticas para facilitar la comunicación e interacción con y entre ellos, crear canales (plataforma web, etc.) para potenciar dicha interacción, incluirles en acciones formativas, eventos sociales de la empresa y/o reuniones de departamento.
- Promover la retroalimentación en reuniones presenciales sobre los objetivos alcanzados, no alcanzados, dificultades y/o calidad del trabajo.

PARTICIPACIÓN/ SUPERVISIÓN

- Establecer procedimientos para reglar la información y comunicación mediatizada entre los trabajadores remotos.
- Establecer canales adecuados para transmitir información y facilitar la comunicación con y entre los trabajadores remotos en espacios virtuales (como plataforma web, chat, foro, etc.), donde se posibilite las interacciones y/o consultas.
- Realizar reuniones periódicas con los trabajadores remotos en las que se les informe de lo que acontece en la empresa (en general) y en su puesto de trabajo (en particular).
- Establecer una política clara relativa a la supervisión y control de la productividad del trabajador y el cumplimiento de sus obligaciones laborales, respetando su privacidad y su derecho a la intimidad según la normativa laboral aplicable e informando sobre cualquier aspecto relevante que determine la empresa en relación con el uso de las TIC en el ámbito laboral.
- Promover la formación relativa a la gestión adecuada de nuevas formas de organización del trabajo y liderazgo, incidiendo en aspectos relativos a la comunicación en espacios virtuales de interacción, retroalimentación, supervisión y gestión de equipos remotos.

INTERÉS POR EL TRABAJADOR/COMPENSACIÓN

- Diseñar y/o incluir en los planes y/o acciones formativas a los trabajadores remotos.
- Diseñar y/o incluir a los trabajadores remotos en las políticas de compensación, promoción y ascensos en la empresa.

DESEMPEÑO DE ROL

- Definir las tareas asignadas a cada puesto de trabajo e informar al trabajador de las mismas, incluyendo la necesidad de usar las TIC y formándolo adecuadamente sobre su correcto uso para evitar el conflicto entre trabajo y familia.
- Planificar adecuadamente las tareas a realizar en la jornada laboral (cantidad de trabajo y tiempo dedicado para realizarlas) incluyendo las tareas imprevistas, evitando la prolongación del tiempo de trabajo necesario para llevarlas a cabo y la consecuente invasión del tiempo de trabajo en el ámbito personal y/o familiar que pueda ocasionar un conflicto entre trabajo y familia.

RELACIONES Y APOYO SOCIAL

- Potenciar un "modelo mixto" de trabajo que combine la realización del trabajo fuera de las instalaciones y dentro de las mismas (relaciones cara a cara además de las virtuales y/o programar reuniones presenciales) para fomentar el apoyo social.

• Establecer procedimientos para reglar la información y comunicación mediatizada entre y con los trabajadores remotos. • Establecer los canales adecuados para transmitir información y facilitar la comunicación con y entre los trabajadores remotos en espacios virtuales (como plataforma web, chat, foro, etc.), donde se posibiliten las interacciones y consultas. • Desarrollo de políticas para fomentar las relaciones sociales y evitar la sensación de aislamiento del trabajador.
CONCILIACIÓN VIDA LABORAL-FAMILIAR
• Diseñar una política empresarial clara sobre el uso adecuado de las TIC en la jornada laboral. • Elaborar protocolos, instrucciones, circulares o guía de buenas prácticas en el manejo de las TIC para evitar su uso inadecuado una vez terminada la jornada laboral. • Potenciar medidas para garantizar el derecho a la desconexión: limitar la posibilidad de usar el correo electrónico de la empresa a determinadas horas (“siestas digitales”), establecer días sin correo electrónico, garantizar la desconexión digital instalando sistemas de desconexión automática que inhabilite la recepción y envío de correos electrónicos fuera de la jornada laboral, etc. • No utilizar indiscriminadamente las diferentes cuentas de correo electrónico para uso laboral (diferenciar la cuenta de correo personal de la laboral). • Incorporar los riesgos psicosociales derivados del uso de las TIC en las campañas de sensibilización y programas formativos de la empresa para sensibilizar sobre la incidencia en el equilibrio vida-trabajo. • Implantar las medidas relativas al factor psicosocial de riesgo “tiempo de trabajo”, “sobrecarga cuantitativa”, orientados a impedir las interferencias o invasión del trabajo en la esfera familiar y personal.
EQUIPO DE TRABAJO/MEDIO AMBIENTE
• Diseñar un procedimiento de actuación en caso de presentarse problemas técnicos e informar al trabajador sobre el modo de proceder para solucionarlos (contactar con el servicio técnico, solicitar asistencia en remoto, etc.). • Elaborar protocolos, instrucciones, circulares o guía de buenas prácticas en el manejo de las TIC. • Diseñar o incluir en los planes formativos sobre el uso adecuado de las TIC a trabajadores remotos. • Contemplar la posibilidad de realización del trabajo en espacios físicos “ocasionales” (trenes, aviones, cafeterías, etc.) y facilitar al trabajador recomendaciones y/o buenas prácticas para evitar riesgos ergonómicos y psicosociales. • Se debe adecuar el lugar de trabajo elegido en el hogar de modo que se adapte a la normativa de prevención aplicable y a las buenas prácticas de diseño ergonómico.

Tabla 2. Listado no exhaustivo de medidas preventivas.

BIBLIOGRAFÍA

EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS.
MANDL, I., CURTARELLI, M., RISO, S., VARGAS, O., GEROGIANNIS, E.
New forms of employment.
Luxemburgo. 2015. 168 páginas.

EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION.
Working Anytime, Anywhere: The Effects on the World of Work.
Luxemburgo. Génova. 2017. 80 páginas.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (INSSBT).
Nota Técnica de Prevención 926 “Factores psicosociales: metodología de evaluación”. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (INSSBT).
Algunas orientaciones para evaluar los factores de riesgo psicosocial (edición ampliada 2015). 2015. 106 páginas.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (INSSBT).
Nota Técnica de Prevención NTP 439: El apoyo social.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (INSSBT).
Nota Técnica de Prevención 730. Tecnoestrés: concepto, medida e intervención psicosocial.

AXTELL, C.
The Well-being of the Mobile Workforce.
Institute of Work Psychology, the Management School, University of Sheffield, UK. iPass Inc. 2011. 10 páginas.

CRAWFORD, J, O., MACCALMAN, L., JACKSON, C, A.
The Health and Well-being of Remote and Mobile Workers.
Occupational Medicine. Septiembre. 2011, volumen 61, número 6, páginas 385–394.

ERIK ANDRIESEN, J.H., VATIAINEN, M.
Mobile Virtual Work. A New Paradigm?.
Berlín. Springer. 2006. 392 páginas.

MAKOTO, N., MARK, G.
Designing for Nomadic Work.
Irvine. USA. Universidad de California. Departamento de Informática. 2008. 10 páginas.

PERRY, M., SELLEN, A., O´HARA, K., HARPER, R.H.R.
Dealing with Mobility: Understanding Access Anytime, Anywhere.
ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI). Diciembre. 2001. Volumen 8, número 4, páginas 323-347.

SCHMIDT, L., HOLGER, L. .
Model-based Design of Mobile Work Systems.
En Mobile Virtual Work. A New Paradigm?
Berlín. Springer. 2006. Páginas 153- 176.

GAREIS, K., LILISCHKIS, S., MENTRUP, A.
Mapping the Mobile eWorkforce in Europe.
En: Mobile Virtual Work. A New Paradigm? Berlín. Springer. 2006. Páginas 45-69.

IPASS, INC., BLATT, K., GALLAGER J.
Mobile Workforce: the Rise of the Mobilocracy.
En: Global Mobile: Application and Innovations for the Worldwide Mobile Ecosystem. 2013. Páginas 275-292.

VATIAINEN, M.
Mobile Virtual Work-Concepts, Outcomes and Challenges.
En Mobile Virtual Work. A New Paradigm? Berlín. Springer. 2006. Páginas 13-42.

VARTIAINEN, M., MANNONEN, P., HAKONEN, M., VARTOLA, A.
Distributed and Mobile Work-Places, people and technology.
Springer, 2007. 204 páginas.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
inssbt Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo

Notas Técnicas de Prevención

1.124

Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos: interruptores de posición accionados mecánicamente

Interlocking devices associated with guards: position switch
Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs: interrupteur de position

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad,
Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT)

Elaborado por:

Jorge Sanz Pereda
CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA. INSSBT

Este documento sustituye a la NTP 11 y proporciona información sobre la utilización de dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos empleados como sistema de protección previsto fundamentalmente para proteger a las personas frente a los peligros mecánicos originados por las partes móviles peligrosas de las máquinas en aplicaciones industriales. En particular facilita información sobre los interruptores de posición (finales de carrera) accionados mecánicamente.
Este documento trata de especificar los requisitos para su selección, formas de utilización e instalación.

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. MARCO NORMATIVO-LEGAL

La normativa de comercialización actual en relación a las máquinas nuevas fabricadas en la Comunidad Europea y a las nuevas o usadas procedentes de terceros países, está contenida en la Directiva "Máquinas" 2006/42/CE, transpuesta al derecho nacional 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, que sustituyó a la anterior a partir del 29 de diciembre de 2009.

La Directiva "Máquinas" 2006/42/CE incluye dentro de su campo de aplicación a una serie de productos, entre los que se encuentran los "componentes de seguridad" en los que se enmarcan los "dispositivos de enclavamiento".

En consecuencia, un dispositivo de enclavamiento debe comercializarse con su correspondiente Declaración CE de conformidad, su marcado CE y su manual de instrucciones.

Desde el punto de vista de la utilización, la normativa a tener en cuenta para estos dispositivos está contenida en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio; en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en particular el pto. 8, del Anexo I.1 de dicho real decreto, según el cual, cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas. En este punto se indica que, los resguardos y los dispositivos de protección:

a) Serán de fabricación sólida y resistente.
b) No ocasionarán riesgos suplementarios.
c) No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
d) Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
e) No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
f) Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

2. DEFINICIONES

Se definen los distintos dispositivos y sistemas utilizados en esta NTP.

- **Dispositivo de enclavamiento o enclavamiento**: Dispositivo asociado a un resguardo móvil cuyo propósito es impedir las funciones o movimientos peligrosos de la máquina mientras el resguardo no esté cerrado. El dispositivo de enclavamiento está compuesto por el interruptor de posición y el actuador. Ver Figura 1.
- **Actuador**: Es la parte separada del dispositivo de enclavamiento que transmite el estado del resguardo (cerrado o no cerrado) al sistema de accionamiento; por ejemplo, leva montada en el resguardo, lengüeta.

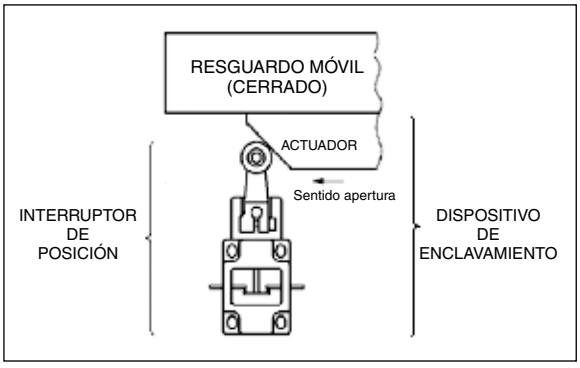


Figura 1. Elementos de un dispositivo de enclavamiento.

Existen actuadores codificados que están especialmente diseñados para accionar un determinado interruptor de posición, por ejemplo mediante su forma.

- **Interruptor de posición**: Es la parte del dispositivo de enclavamiento que detecta, al ser accionado, en qué posición se encuentra el resguardo móvil (cerrado o no cerrado). Existen varios tipos diferentes, por ejemplo, los de lengüeta, bisagra, palanca con rodillo, varilla, palanca metálica con muelle, de pulsador, etc. El interruptor de posición consta de dos elementos, el sistema de accionamiento y el sistema de salida. Ver figura 2.

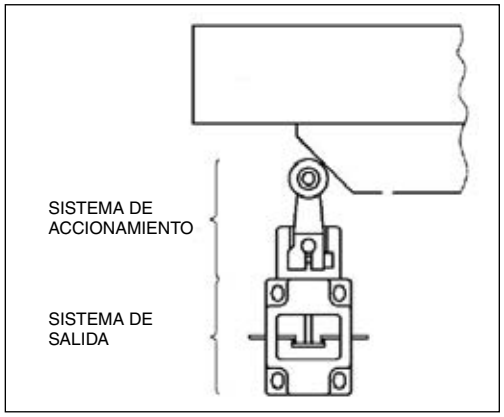


Figura 2 .Elementos del interruptor de posición.

- **Sistema de accionamiento**: Parte del interruptor de posición que transmite la posición del actuador y modifica el estado del sistema de salida; por ejemplo, roldana, mecanismo de leva, etc.
- **Sistema de salida**: Parte del interruptor de posición que indica el estado del resguardo al sistema de mando; por ejemplo, elementos de contacto (electromecánico), salida de semiconductor, válvula, etc.
- **Resguardo con dispositivo de enclavamiento**: Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento, de manera que, junto con el sistema de mando de la máquina desempeña las funciones siguientes:
  - Las funciones peligrosas protegidas por el resguardo, no se pueden desempeñar hasta que el resguardo esté cerrado;
  - Si se abre el resguardo, el dispositivo de enclavamiento ordena la parada de las funciones peligrosas de la máquina;
  - El cierre del resguardo no provoca por sí mismo la puesta en marcha de las funciones peligrosas.

  Un resguardo puede estar asociado a uno o más dispositivos de enclavamiento y estos dispositivos pueden ser también diferentes entre sí.
- **Neutralización**: Acción que hace al dispositivo de enclavamiento inoperativo o que sea burlado con el resultado de que la máquina se utiliza de manera no prevista por el diseñador o sin las necesarias medidas de seguridad.
- **Neutralización de manera razonablemente previsible**: Neutralización de un dispositivo de enclavamiento ya sea manualmente o utilizando objetos fácilmente disponibles.

  Esto incluye la retirada de interruptores o de actuadores utilizando herramientas que son necesarias para el uso previsto de la máquina o fácilmente disponibles (destornillador, llave inglesa, llave hexagonal, alicates).

  Objetos fácilmente disponibles como sustitutos de actuadores incluyen tornillos, agujas, trozos de chapa, objetos de uso cotidiano tales como llaves, monedas, cinta adhesiva, cuerdas y alambres, llaves de repuesto en el caso de dispositivos de enclavamiento por transferencia de llave, y actuadores de repuesto.
- **Acción mecánica directa/positiva**: Movimiento de un componente mecánico que, al desplazarse, arrastra inevitablemente a otro componente, bien por contacto directo, bien por medio de elementos rígidos, por ejemplo: la acción mecánica directa de una leva sobre un interruptor de posición. Ver Figura 3.

Figura 3. Acción mecánica directa de una leva sobre un interruptor de posición.

  Cuando un componente mecánico, al desplazarse, permite que otro se desplace libremente (por gravedad o por la fuerza de un muelle, etc.), no hay acción mecánica directa/positiva del primero sobre el segundo.
- **Maniobra directa/positiva de apertura de un elemento de contacto eléctrico**: La separación de los contactos eléctricos es el resultado directo del desplazamiento definido del actuador de mando del interruptor a través de piezas rígidas, sin muelles intermedios. Con el actuador en posición de reposo, el funcionamiento de la máquina es posible. Cuando se acciona el actuador se produce la apertura del circuito y como consecuencia se genera la orden de parada de la máquina. Ver Figura 4.

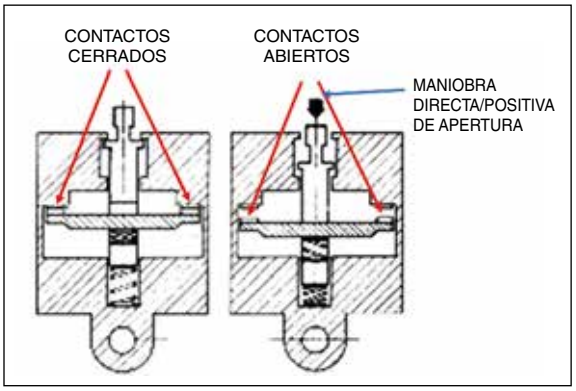


Figura 4. Maniobra directa de apertura.

- **Orden de parada**: Señal generada por el dispositivo de enclavamiento que causa la parada de las funciones peligrosas de la máquina.
- **Tiempo de parada global**: Periodo transcurrido entre el momento en el que se genera la orden de parada

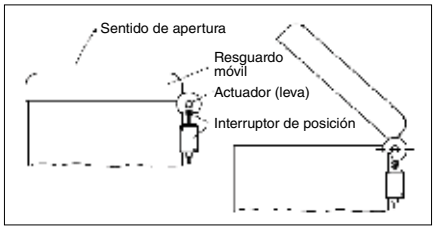


Figura 5. Interruptor de posición accionado por una leva con movimiento rotativo.

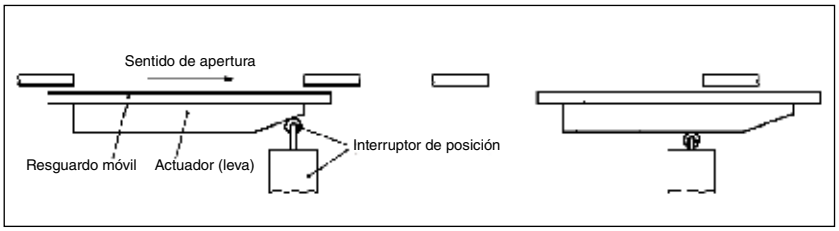


Figura 6. Interruptor de posición accionado por una leva con movimiento lineal.

debida a la apertura del resguardo y la parada de las funciones peligrosas de la máquina.

- **Tiempo de acceso**: Tiempo necesario para que una persona alcance la zona peligrosa después de iniciada la orden de parada por el dispositivo de enclavamiento, calculado en base a una velocidad de aproximación del cuerpo o de parte del cuerpo.

3. TIPOS DE DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO. INTERRUPTORES DE POSICIÓN ACCIONADOS MECÁNICAMENTE

Dispositivo de enclavamiento de tipo 1:

Dispositivo de enclavamiento con interruptor de posición accionado mecánicamente con un actuador no codificado. Ver Figuras 5 y 6.

Dispositivo de enclavamiento de tipo 2:

Dispositivo de enclavamiento con interruptor de posición accionado mecánicamente con un actuador codificado. Ver Figura 7.

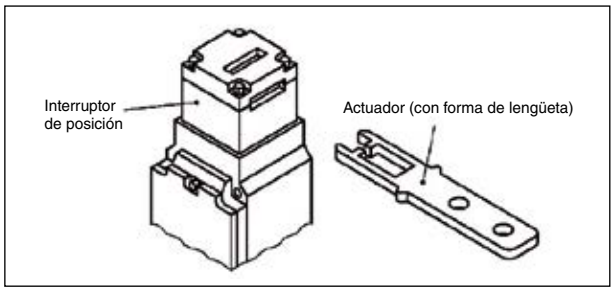


Figura 7. Interruptor de posición con actuador codificado.

Existen otros dos tipos de enclavamiento; dispositivo de enclavamiento de tipo 3 y dispositivo de enclavamiento de tipo 4 que no son objeto de esta NTP por no ser de accionamiento mecánico.

4. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Los dispositivos de enclavamiento proporcionan una función de control de la posición del resguardo que detecta si el resguardo está o no cerrado.

Cuando se utiliza un resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento, el resguardo se puede abrir en cualquier momento independientemente del estado de funcionamiento de la máquina. Si el resguardo está cerrado y se abre, el interruptor de posición asociado genera la orden de parada. Si el resguardo no está cerrado, el interruptor de posición no permite la puesta en marcha de la máquina.

Para poder utilizar esta función de forma segura y eficaz debe cumplirse la condición de que el tiempo de acceso a la zona peligrosa sea mayor que el tiempo de parada global de las funciones peligrosas de la máquina, de forma que sea imposible acceder a las partes móviles peligrosas de la máquina antes de que estas se detengan.

En algunos casos se utilizan resguardos asociados a un dispositivo de enclavamiento con función de bloqueo, de forma que el resguardo se mantiene bloqueado mientras las funciones peligrosas de la máquina están presentes. Estos dispositivos son los dispositivos de enclavamiento con bloqueo y no se tratan en esta NTP.

5. INSTALACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

El dispositivo de enclavamiento, compuesto por el interruptor de posición y el actuador, debe estar sólidamente instalado de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El **interruptor de posición** se deben montar de manera que esté convenientemente protegido contra un cambio de su posición, para ello se deben cumplir los siguientes requisitos:

- El soporte y los elementos de sujeción de los interruptores deben ser lo suficientemente rígidos y fiables para garantizar el funcionamiento correcto del interruptor y para aflojarlos se debe utilizar una herramienta;
- Se debe evitar que se auto aflojen;
- Los interruptores de tipo 1 deben estar diseñados para fijar permanentemente su posición después del ajuste (por ejemplo, mediante chavetas o pasadores,);
- Se debe garantizar el acceso a los interruptores de posición para poder realizar las tareas propias de mantenimiento y comprobación del buen funcionamiento;
- El interruptor debe estar colocado y, si es necesario, protegido de manera que se eviten daños debidos a causas externas previsibles; por ejemplo, ambientes corrosivos, temperaturas extremas, etc.;
- El interruptor de posición sólo se podrá utilizar como tope mecánico si así se indica dentro del uso previsto por el fabricante,
- Si existe un defecto en la alineación del resguardo y se crea un hueco antes de que el interruptor cambie de posición, el hueco creado no debe permitir el acceso a las zonas peligrosas;
- El desplazamiento producido por la acción mecánica se debe mantener dentro de los límites especificados de funcionamiento correcto del interruptor de posición para garantizar un buen funcionamiento y/o impedir sobrerrecorridos;
- Se debe evitar la neutralización razonablemente pre-

visible del interruptor de posición. Véase el apartado 8 "Medidas para minimizar las posibilidades de neutralización de los dispositivos de enclavamiento".

El **actuador** debe estar sujeto para evitar que se afloje o cambie su posición prevista en relación al sistema de accionamiento durante su vida útil. Para ello se deben cumplir los siguientes requisitos:

- El soporte y los elementos de sujeción de los actuadores deben ser lo suficientemente rígidos y fiables para garantizar el funcionamiento correcto del actuador y para aflojarlos se debe utilizar una herramienta;
- Se debe evitar que se auto aflojen;
- El actuador debe estar colocado y, si es necesario, protegido de manera que se eviten daños debidos a causas externas previsibles;
- El actuador sólo se podrá utilizar como tope mecánico si así se indica dentro del uso previsto por el fabricante;
- El actuador no debe dañar al interruptor de posición ni afectar a su durabilidad.

6. MODOS DE ACCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

Cuando se utiliza un solo dispositivo de enclavamiento de Tipo 1 o de Tipo 2 para generar una orden de parada; este se debe accionar mediante una acción mecánica directa/positiva entre el resguardo, el actuador y el sistema de accionamiento, además el elemento de contacto se debe abrir mediante una maniobra directa/positiva de apertura.

La acción mecánica no-directa/no-positiva de un dispositivo de enclavamiento de Tipo 1 solo se admite en combinación con otro dispositivo de enclavamiento de Tipo 1 o de Tipo 2 accionado por acción mecánica directa/positiva entre el resguardo, el actuador y el sistema de salida.

El montaje de un solo detector de posición en modo no-directo/no-positivo no es admisible ya que permite un burlado fácil del dispositivo. Como ejemplo, en la figura 8, se puede observar un resguardo abierto asociado a un dispositivo de enclavamiento accionado por acción mecánica no-directa/no-positiva. Como consecuencia de un montaje incorrecto, el interruptor de posición es burlado con facilidad, ya que simplemente con la colocación de una brida se simula una situación segura y la máquina puede trabajar sin la protección adecuada (resguardo abierto).

Figura 8. Ejemplo de burlado de un enclavamiento debido a su montaje incorrecto.

La combinación de un dispositivo de enclavamiento de acción mecánica directa/positiva con un segundo dispositivo de enclavamiento de acción mecánica no-directa/no positiva evita fallos de causa común.

Véase el apartado 9; "Combinación de dispositivos para la prevención de fallos de causa común"

Acción mecánica directa/positiva de los dispositivos de enclavamiento tipo 1

El vástago del detector se mantiene hundido por una leva mientras el resguardo está abierto. Cuando se cierra el resguardo, el sistema de salida cambia su estado por la acción de un muelle antagonista. Ver figura 9.

El sistema de salida permanece en estado seguro cuando el resguardo está abierto incluso si se rompe el muelle.

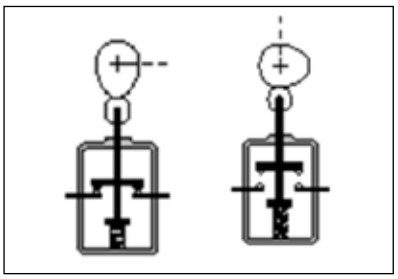


Figura 9. Acción mecánica directa.

Acción mecánica no-directa/no-positiva de los dispositivos de enclavamiento tipo 1

El vástago del detector se mantiene hundido por una leva mientras el resguardo está cerrado. Cuando se abre el resguardo, el sistema de salida cambia su estado por la acción de un muelle antagonista. Ver figura 10.

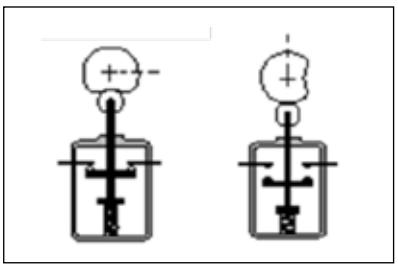


Figura 10. Acción mecánica no-directa.

En este caso la rotura del muelle puede conducir a una situación insegura aunque el resguardo no esté cerrado.

7. SELECCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO

A la hora de seleccionar el dispositivo de enclavamiento más adecuado para una determinada máquina se deben tener en cuenta todas las fases del ciclo de vida de la máquina; entre otros, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Las condiciones de utilización y uso previsto de la máquina;
- Los peligros presentes en la máquina, la gravedad de las posibles lesiones y la probabilidad de fallo del dispositivo de enclavamiento;

- El nivel de prestaciones PL o el nivel de integridad de la seguridad SIL requerido para la función de seguridad;
- La información para la utilización proporcionada para los dispositivos de enclavamiento,
- Las consideraciones relativas al tiempo de parada global y al tiempo de acceso. Ver figura 11.

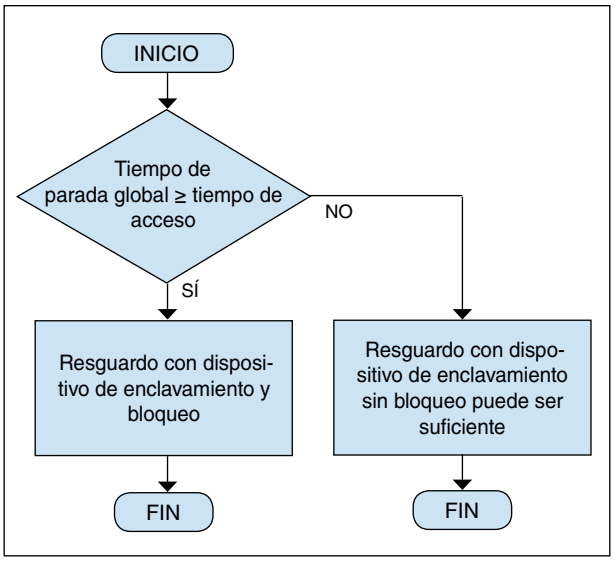


Figura 11. Consideración del tiempo de parada para la selección del dispositivo adecuado.

8. MEDIDAS PARA MINIMIZAR LAS POSIBILIDADES DE NEUTRALIZACION DE LOS DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO

La neutralización o burlado de los dispositivos de enclavamiento pueden incrementar significativamente el riesgo de daño y en la medida de lo posible se deben tomar medidas para minimizar esta posibilidad.

Para evitar que los dispositivos de enclavamiento sean neutralizados de una manera razonablemente previsible se debe seguir el siguiente procedimiento. Ver figura 12.

- Implementar las medidas básicas descritas en los apartados anteriores sobre instalación y modos de accionamiento.
- Verificar si existen motivos para neutralizar los dispositivos de enclavamiento de una manera razonablemente previsible. Procurar que los dispositivos generen las mínimas interferencias posibles con las actividades de la máquina.
- Si todavía existen motivos para la neutralización, adoptar medidas de diseño y/o modos alternativos de funcionamiento que eliminen o minimicen dicha motivación.

Si aún persisten los motivos para la neutralización, se requerirán medidas adicionales contra manipulación, tales como las siguientes:

- Impedir el acceso a los elementos de los dispositivos de enclavamiento mediante un montaje fuera del alcance, obstrucción física o pantalla, montaje en posición oculta…Ver figura 13.

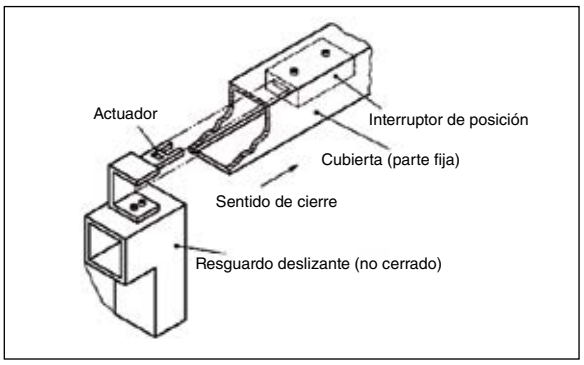


Figura 13. Ejemplo de protección contra la neutralización mediante obstrucción física.

- Utilizar actuadores codificados para impedir el accionamiento mediante sustitutivos fácilmente disponibles.
- Impedir el desmontaje o el cambio de posición de los elementos de los dispositivos mediante una fijación permanente, p.e. soldadura, pegado, tornillo de sentido único, remachado… Ver figura 14.

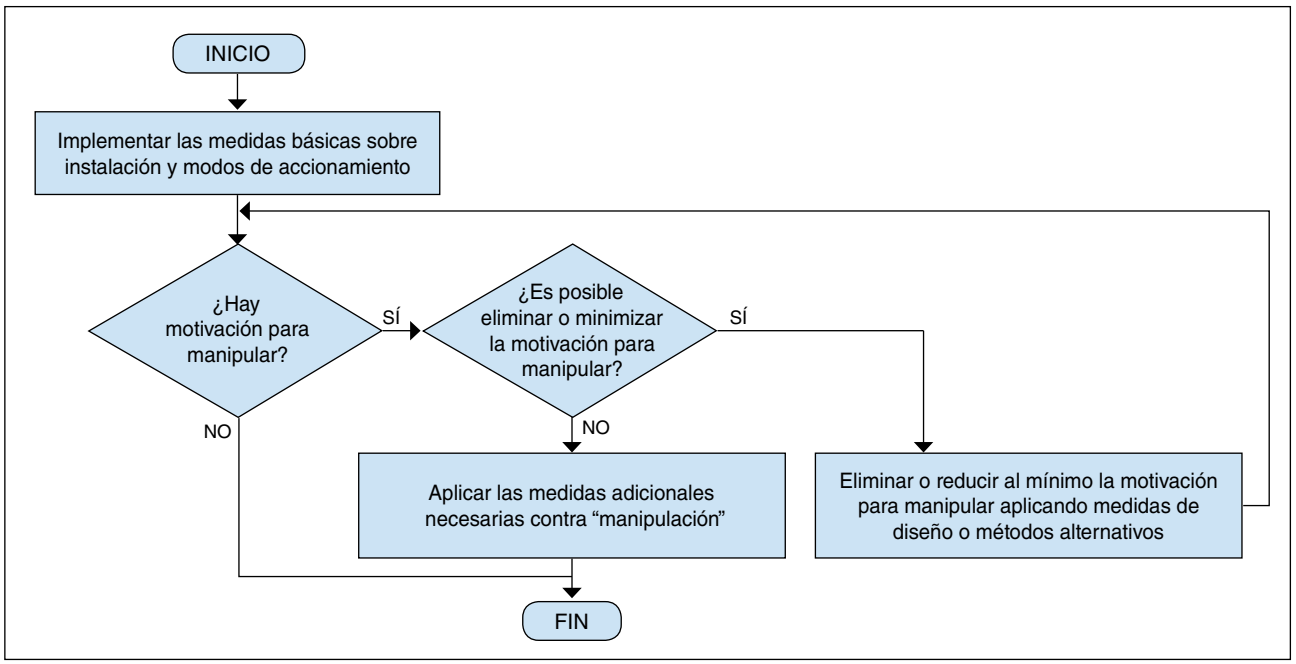


Figura 12. Procedimiento para evitar la neutralización y medidas a tomar.

Figura 14. Fijación del actuador mediante tornillos de sentido único.

- Integrar en el sistema de mando una forma de supervisión mediante el control del estado del enclavamiento o mediante ensayos cíclicos; por ejemplo, se le solicita al operador por parte del mando que accione el resguardo. La ausencia de la señal esperada de mando indica una neutralización.
- Instalación de un dispositivo adicional que requiera de una acción adicional para su neutralización; por ejemplo, montajes y cableados separados, o diferentes principios de accionamiento requieren una acción adicional para su neutralización.

A modo de resumen, véase la tabla 1 donde se pueden valorar los principios y medidas adicionales contra la neutralización dependiendo del tipo de dispositivo.

9. COMBINACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LA PREVENCIÓN DE FALLOS DE CAUSA COMÚN

Los fallos peligrosos que se pueden producir en un dispositivo de enclavamiento de acción mecánica directa/positiva pueden ser por:

- Desgaste del sistema de accionamiento (por ejemplo, vástago o rodillo) o del actuador fijado al resguardo.

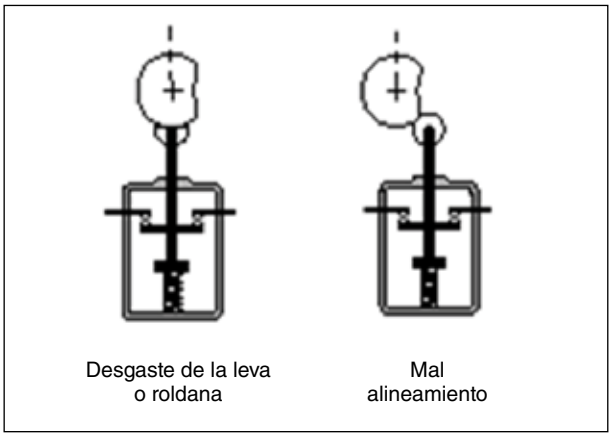


Figura 15. Fallos por desgaste de la leva o por mal alineamiento

- Defecto de alineación entre el actuador y el interruptor de posición. Ver figura 15.

Los fallos peligrosos que se pueden producir en un dispositivo de enclavamiento de acción mecánica no-directa/no-positiva pueden ser por:

- Contactos pegados;
- Agarrotamiento del sistema de accionamiento (vástago), que impide al muelle desempeñar su función o la rotura del muelle. Ver figura 16.

  En ambos casos, un fallo peligroso provoca que el circuito permanezca cerrado aunque el resguardo esté abierto.

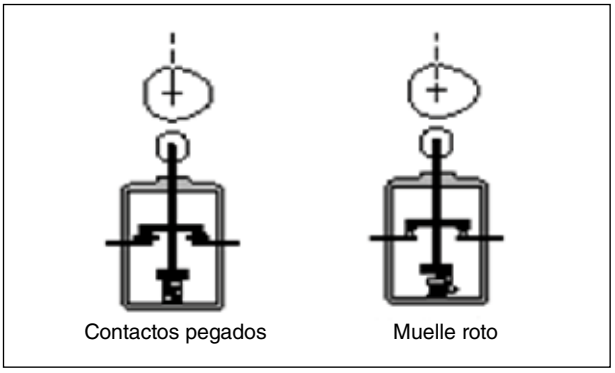


Figura 16. Fallos por contactos pegados o muelle roto.

Principios y medidas	Dispositivos de enclavamiento de Tipo 1	Dispositivos de enclavamiento de Tipo 2, codificados de nivel bajo o de nivel medio	Dispositivos de enclavamiento de Tipo 2 codificados de nivel alto
Montaje fuera de alcance, Obstrucción física/pantalla, Montaje en posición oculta	X	X	
Control de estado o ensayo cíclico			
Fijación permanente del interruptor de posición y del actuador			
Fijación permanente del interruptor de posición			
Fijación permanente del actuador		M	M
Dispositivo de enclavamiento adicional	R	R	
X: Obligatorio aplicar al menos una de las medidas M: Medida obligatoria R: Medida recomendada (adicionalmente)			

Tabla 1 - Medidas adicionales contra la neutralización de los dispositivos.

Para prevenir los fallos de causa común se utilizan dispositivos de enclavamiento en montaje redundante combinando un dispositivo de enclavamiento de acción mecánica directa/positiva con un segundo dispositivo de enclavamiento de acción mecánica no-directa/no positiva. Ver figura 17.

Así cuando se produce un fallo peligroso en los interruptores de acción mecánica directa/positiva, la apertura del circuito está garantizada por el otro interruptor de posición de acción mecánica no-directa/no-positiva y viceversa.

También se puede reducir al mínimo la probabilidad de fallos de causa común, asociando a un resguardo dos dispositivos de enclavamiento independientes que interrumpan cada uno de ellos la alimentación de una fuente de energía diferente.

Debido a que se aplican fuentes diferentes de energía un fallo en una de las fuentes de energía no causaría que ambos interruptores de posición fallasen de forma peligrosa.

EJEMPLO: Una máquina utiliza componentes hidráulicos para la ejecución del proceso de producción mientras que el mando de la máquina es eléctrico. La apertura de un resguardo móvil con enclavamiento actúa sobre dos interruptores de posición independientes. El primer interruptor de posición acciona directamente una válvula hidráulica que interrumpe la presión hidráulica. El segundo interruptor de posición interrumpe la tensión de mando que acciona otra válvula. El accionamiento de cada válvula provocará la desaparición del movimiento peligroso. Debido a las diferentes tecnologías aplicadas, no hay ningún posible fallo de causa común que causaría que ambos interruptores de posición fallen de forma peligrosa.

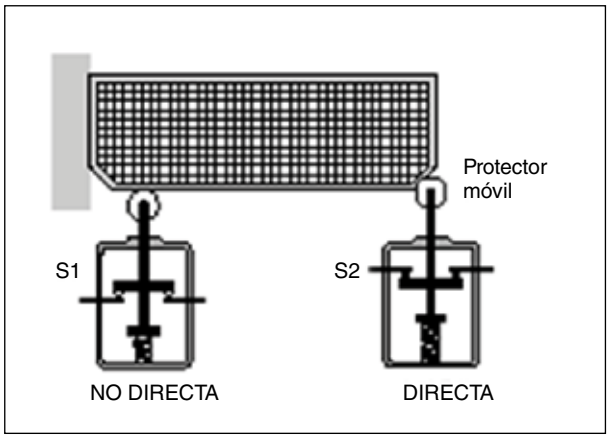


Figura 17. Dispositivos redundantes de prevención de fallo de acción no directa y directa.

BIBLIOGRAFÍA

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 1215/1997, de 18 de julio; en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

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

UNE-EN ISO 14119:2014. Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección. **AENOR**

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

UNE-EN 60204-1:2007+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. **AENOR**

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

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

Notas Técnicas de Prevención

1.125

Modelo para la evaluación de la extremidad superior distal: «Revised strain index»

Distal upper extremity assessment model: the revised strain index
Modèle pour l´évaluation de l´estrémité supérieure distale: «revised strain index»

Autor:

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

Elaborado por:

Alfredo Álvarez

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSST

En este documento se presenta una metodología de evaluación de los riesgos asociados a trastornos de las extremidades superiores. El método «Strain index» data del año 1995 y, en base a la evolución del conocimiento ergonómico sobre estos riesgos, los autores del mismo lo han actualizado con la finalidad de mejorar su capacidad de discriminación en la clasificación de las tareas. Adicionalmente, se incluye un sencillo ejemplo de aplicación del método.

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 «Strain index» —SI— (Moore y Garg 1995) es una metodología de análisis semicuantitativa de evaluación del riesgo de desarrollar trastornos distales de las extremidades superiores que, en función de la puntuación numérica obtenida, permite clasificar las tareas en seguras o peligrosas. El cálculo de este índice se basa en interacciones multiplicativas entre varios factores asociados a la tarea, lo que constituye una suposición razonable y que, a su vez, es consistente con los principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos publicados en la literatura específica.

Inicialmente, el SI se publicó en 1995 y, junto con otras alternativas, ha sido objeto de varios estudios publicados en la literatura especializada. Constituye una herramienta para evaluar los trastornos musculoesqueléticos de la extremidad superior y ha gozado de una gran popularidad en Norteamérica.

El SI está diseñado para determinar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores distales (codo, antebrazo, muñeca y mano) en una cohorte de trabajadores que realizan la misma tarea. No es una herramienta para evaluar a los trabajadores de forma individual. Es decir, el método procura responder a la pregunta «¿este trabajo o tarea es seguro o peligroso?», en términos de trastornos musculoesqueléticos de la extremidad superior distal.

De acuerdo con los autores del método, este índice no ha sido desarrollado para identificar y evaluar trastornos específicos asociados a tareas, como podría ser, por ejemplo, el síndrome del túnel carpiano. La interpretación del método que los autores proponen es que aquellas tareas evaluadas o etiquetadas como «peligrosas» por el método podrán causar, entre los trabajadores que realizan (o que en el pasado han realizado) estas tareas, un abanico de trastornos en las extremidades superiores distales.

En la norma ISO 11228-3:2007, se menciona el método OCRA como la metodología de referencia para la evaluación de tareas de alta frecuencia, aunque, así mismo, se añade que tanto el «Strain index» como el método HAL (ACGIH 2002) son válidos para una evaluación detallada de este riesgo.

Según los autores, la versión inicial publicada en 1995 tiene cuatro limitaciones principales:

- Uso de variables y factores categóricos.
- Tiene poco poder de discriminación entre intensidades de fuerza muy baja y moderada.
- El número de esfuerzos por minuto no discrimina para valores superiores a 20.
- Uso del ciclo de trabajo como duración del esfuerzo.

Con la finalidad de mejorar estos aspectos, los autores revisaron el método y publicaron el «revised strain index» (RSI) en 2017 (Garg, Moore y Kapellusch 2017). Esta versión revisada contempla cinco factores y, en base a las simulaciones realizadas con 13.944 tareas, ofrece una mayor capacidad de discriminación al clasificar una tarea como «segura» o «peligrosa» para diferentes combinaciones de fuerza, repetición y duración del ciclo de trabajo.

De forma sintética, se listan, a continuación, los principales aspectos que deben tenerse en cuenta para la correcta aplicación e interpretación del RSI:

- Solo valora aquellos trastornos musculoesqueléticos asociados a la extremidad superior distal.
- Evalúa puestos de trabajo en los que se repite un mismo conjunto de movimientos o esfuerzos de forma repetida («mono-task jobs», en inglés).
- Describe las exigencias de esfuerzo para llevar a cabo una tarea, sin tener en cuenta los posibles agravantes debidos a compresiones mecánicas en las extremidades superiores distales.
- No evalúa trabajadores individuales, sino que evalúa puestos de trabajo o tareas.
- No valora trastornos específicos, sino el riesgo de que la tarea pueda causar un espectro de trastornos musculoesqueléticos.

- Se basa en principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos, y no en relaciones dosis-respuesta derivadas de estudios experimentales.
- Es aplicable siempre y cuando las variables que tiene en cuenta el método no cambien sustancialmente en los diferentes esfuerzos que se realizan durante un ciclo.
- No es válido en aquellas situaciones en las que se producen rotaciones de tareas de un trabajador dentro del mismo turno de trabajo.

2. VARIABLES Y FACTORES DEL RSI

El RSI se calcula mediante el producto de cinco factores que, a su vez, corresponden a las cinco variables consideradas por el método: intensidad del esfuerzo, esfuerzos por minuto, duración del esfuerzo, posición de la mano o muñeca y duración de la tarea. A continuación se detallan estas variables junto con el cálculo de los correspondientes factores.

Intensidad del esfuerzo (I)

La variable intensidad del esfuerzo hace referencia a los requerimientos de fuerza asociados a una tarea y tiene que ver con la magnitud del esfuerzo muscular necesario para llevarla a cabo. No se refiere al esfuerzo total de una jornada de trabajo sino al esfuerzo para realizar la tarea estudiada dentro de un ciclo de trabajo. Esta fuerza se expresa como porcentaje de la contracción máxima voluntaria (%MVC) y puede estimarse multiplicando por 10 la puntación obtenida mediante la escala de Borg CR-10 (Borg 1982), tal y como se indica en la tabla 1.

Escala de Borg CR-10		%MVC
0	Inapreciable / Reposo	0
0,5	Apenas perceptible	5
1	Ligeramente perceptible	10
2	Ligero	20
3	Moderado	30
4	Ligeramente intenso	40
5	Intenso	50
6		60
7	Muy intenso	70
8		80
9		90
10	Extremadamente intenso	100

Tabla 1. Escala de Borg CR-10 y valores correspondientes de %MVC.

El factor *IM* se obtiene a través de la siguiente expresión, donde *I* es la intensidad del esfuerzo en tanto por uno (es decir, el valor de %MVC dividido entre 100).

$$IM = \begin{cases} 30{,}00 \cdot I^3 - 15{,}60 \cdot I^2 + 13{,}00 \cdot I + 0{,}40 & 0{,}0 < I \leq 0{,}4 \\ 36{,}00 \cdot I^3 - 33{,}30 \cdot I^2 + 24{,}77 \cdot I - 1{,}86 & 0{,}4 < I \leq 1{,}0 \end{cases}$$

Algunos valores de intensidad del esfuerzo, así como el correspondiente factor calculado con la expresión anterior, se recogen en la tabla 2.

Intensidad del esfuerzo	Factor IM
0,01	0,53
0,05	1,01
0,10	1,57
0,15	2,10
0,20	2,62
0,25	3,14
0,30	3,71
0,40	5,02
0,50	6,70
0,60	8,79
0,70	11,51
0,80	15,08
0,90	19,70
1,00	25,61

Tabla 2. Valores del factor IM para diferentes intensidades de esfuerzo.

Esfuerzos por minuto (E)

Un esfuerzo se define como la aplicación directa de fuerza con la mano. Se incluyen tanto aquellas acciones que, además, llevan aparejada una prensión (por ejemplo, sujeción de un objeto, uso de una herramienta manual, etc.) como las que no (por ejemplo, teclear en una máquina, presionar o accionar controles, etc.).

Esta variable, en realidad, es una frecuencia que constituye una medida de la repetitividad de la tarea, definida en términos del número de esfuerzos en un minuto.

El valor *E* se obtiene mediante observación de la tarea durante varios ciclos completos (en tareas con ciclos muy largos, más de 10 minutos, se puede reducir la observación siempre y cuando se conserve la representatividad del ciclo) y dividiendo el número de esfuerzos contados entre el tiempo de observación en minutos. El cálculo del factor *EM* se hace de acuerdo con la siguiente expresión.

$$EM = \begin{cases} 0{,}10 + 0{,}25 \cdot E & E \leq 90 \text{ / minuto} \\ 0{,}00334 \cdot E^{1{,}96} & E > 90 \text{ / minuto} \end{cases}$$

La tabla 3 muestra los valores del factor, calculados mediante la expresión anterior, para diferentes frecuencias de esfuerzos por minuto.

Duración del esfuerzo (D)

La duración del esfuerzo es el tiempo promedio de un esfuerzo en segundos. Típicamente, este valor se calcula tomando un período de observación (deben tenerse en cuenta los mismos considerandos que en la variable *E*) y dividiendo el tiempo total durante el cual se realizan varios esfuerzos entre el número de esfuerzos realizados.

Hay que tener en cuenta que la combinación de las variables *E* y *D* no puede ser superior al ciclo de la tarea. Es decir, se debe cumplir que:

$$E \cdot \frac{D}{60} \leq 1$$

Esfuerzos por minuto	Factor EM
0,2	0,15
0,5	0,23
1,0	0,35
1,5	0,48
2,0	0,60
3,0	0,85
4,0	1,10
5,0	1,35
7,5	1,98
10,0	2,60
15,0	3,85
20,0	5,10
30,0	7,60
45,0	11,35
60,0	15,10
75,0	18,85
90,0	22,60
120,0	39,71
150,0	61,50

Tabla 3. Valores del factor EM para diferentes frecuencias de esfuerzo.

De forma similar al resto de factores, el cálculo del factor *DM* varía en el caso de que dicha duración sea mayor o menor de 60 segundos. La tabla 4 muestra valores de este factor en función de la duración del esfuerzo.

$$DM = \begin{cases} 0,45 + 0,31 \cdot D & D \leq 60 \text{ segundos} \\ 19,17 \cdot \log_e D - 59,44 & D > 60 \text{ segundos} \end{cases}$$

Duración del esfuerzo (segundos)	Factor DM
0,20	0,51
0,50	0,61
0,75	0,68
1,00	0,76
1,50	0,92
2,00	1,07
3,00	1,38
5,00	2,00
7,50	2,78
10,00	3,55
20,00	6,65
30,00	9,75
60,00	19,05
90,00	26,82
120,00	32,34
240,00	45,62

Tabla 4. Factor DM en función de la duración del esfuerzo.

Posición de la mano o muñeca (P)

Esta variable hace referencia a la posición de la mano o muñeca con respecto a la posición anatómica neutra. Cuando en el análisis de la tarea estudiada se observasen distintas posturas, deberá utilizarse aquella postura, de entre las más frecuentes, que requiera la mayor contracción máxima voluntaria (%MVC). El factor correspondiente (*PM*) se calcula en función del tipo y del grado de desviación de la mano o muñeca.

$$PM = \begin{cases} 1,2 \cdot e^{0,009 \cdot P} - 0,2 & P = \text{flexión} \\ 1,0 & P \leq 30^\circ \text{ extensión} \\ 1,0 + 0,00028 \cdot (P - 30)^2 & P > 30^\circ \text{ extensión} \end{cases}$$

La tabla 5 muestra valores del factor PM para diferentes posiciones de la mano.

Posición de la mano o muñeca	Factor PM
Flexión 75°	2,16
Flexión 60°	1,86
Flexión 45°	1,60
Flexión 30°	1,37
Flexión 15°	1,17
Flexión 5°	1,06
Neutra	1,00
Extensión 5°	1,00
Extensión 15°	1,00
Extensión 30°	1,00
Extensión 45°	1,06
Extensión 60°	1,25

Tabla 5. Factor PM en función de la posición de la mano.

Duración de la tarea (H)

La duración de la tarea es el tiempo que se emplea en realizar la tarea estudiada referida al total de la jornada de trabajo. Esta duración se mide en horas (*H*), y el factor correspondiente (*HM*) se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$HM = \begin{cases} 0,20 & H \leq 0,05 \text{ horas} \\ 0,042 \cdot H + 0,090 \cdot \log_e H + 0,477 & H > 0,05 \text{ horas} \end{cases}$$

La tabla 6 muestra algunos valores del factor para diferentes duraciones de la tarea.

3. ÍNDICE RSI E INTERPRETACIÓN

El índice RSI se obtiene mediante el producto de los cinco factores anteriores:

$$RSI = IM \cdot EM \cdot DM \cdot PM \cdot HM$$

La interpretación de este índice debe realizarse conforme a los criterios de la tabla 7. Para evitar posibles confusiones, es preciso señalar que estos criterios difieren de los propuestos en la versión original de 1995.

Duración de la tarea (horas)	Factor HM
0,25	0,36
0,50	0,44
1,00	0,52
1,50	0,58
2,00	0,62
3,00	0,70
4,00	0,77
6,00	0,89
8,00	1,00
10,00	1,10
12,00	1,20

Tabla 6. Factor HM en función de la duración de la tarea.

RSI	Interpretación
≤ 10	Tarea segura
> 10	Tarea peligrosa

Tabla 7. Interpretación del índice RSI.

4. EJEMPLO

Sea un puesto de trabajo que, por la naturaleza de las tareas realizadas, se ha considerado que puede presentar un riesgo de trastornos musculoesqueléticos de la extremidad superior distal. La tarea que presenta este riesgo consiste en el atornillado de unos cables eléctricos en un transformador utilizando un destornillador eléctrico. Se han realizado las siguientes mediciones en este puesto de trabajo:

- Mediante electromiografía de superficie se ha estimado que el esfuerzo muscular que implica la tarea de atornillado es igual a 20% MVC.
- Se han observado varios ciclos de la tarea y se ha contabilizado que, en promedio, la frecuencia es de 5 tornillos por minuto.
- El promedio de duración de la acción de atornillado a lo largo de varios ciclos ha sido de 3 segundos.
- Se ha estimado que, durante la tarea de atornillado, la mano derecha presentaba una flexión promedio de 5°.
- La tarea de atornillado se lleva a cabo durante 4 horas al día, siendo la jornada laboral de 8 horas.

En la tabla 8 se recogen los valores de las variables, así como de los correspondientes factores calculados mediante las expresiones anteriores.

Variable	Factor
I = 0,20	IM = 2,62
E = 5 esfuerzos/minuto	EM = 1,35
D = 3 segundos	DM = 1,38
P = flexión 5°	PM = 1,06
H = 4 horas	HM = 0,77

Tabla 8. Variables medidas y factores calculados para el ejemplo propuesto.

El índice RSI de esta tarea es:

$$RSI = IM \cdot EM \cdot DM \cdot PM \cdot HM = 2{,}62 \cdot 1{,}35 \cdot 1{,}38 \cdot 1{,}06 \cdot 0{,}77 \cong 3.98$$

Como este valor es inferior a 10, y de acuerdo con la interpretación propuesta por los autores del método, se puede considerar que la tarea no supone un peligro en términos de trastornos musculoesqueléticos de la extremidad superior distal.

BIBLIOGRAFÍA

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Worldwide. 2002. Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents in the work environment. Cincinnati, OH: ACGIH Worldwide.

Borg, G. A. V. 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and Science in Sports and Exercise 14 (5), 377–381. doi:10.1249/00005768-198205000-00012.

Garg, A., Moore, J. S., Kapellusch, J. M. 2017. The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model. Ergonomics 60 (7), 912–922. doi:10.1080/00140139.2016.1237678.

ISO 11228-3:2007. Ergonomics— Manual handling— Part 3: Handling of low loads at high frequency.

Moore, J. S., Garg, A. 1995. The Strain Index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. American Industrial Hygiene Association Journal 56 (5), 443–458. doi:10.1080/15428119591016863.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.126

Integración de la PRL en el diseño de obras de construcción (I): fundamentos

Integration of occupational risk prevention in the design of construction works (I): basics
Intégration de la prévention des risques professionnels dans la conception des ouvrages de construction (I): notions de base

Autor:

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

Elaborado por:

Cecilia Gavilanes Pérez

Antonio Merayo Sánchez

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Colaboradores:

Carlos Arévalo Sarrate

Mª Dolores Blanco Aguiar

ASOCIACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN (ISSCO)

La presente Nota Técnica de Prevención versa sobre la integración de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción a través del diseño en base a las recomendaciones preventivas más importantes impulsadas por el INSST en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos en el ámbito de las obras de construcción y en el documento técnico Directrices Básicas para la integración de la prevención de los riesgos laborales en las obras de construcción. En esta NTP se analizan las obligaciones de los diferentes agentes intervinientes en la fase de diseño y los fundamentos de las técnicas de prevención a través del diseño. Con carácter complementario, la NTP 1.127 (II) recoge criterios y soluciones para la integración y la NTP 1.128 (III) incluye la aplicación de los mismos en el supuesto práctico de una obra de rehabilitación de un depósito.

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

Buena parte de los **riesgos** presentes durante la ejecución de una obra de construcción y su posterior utilización, pueden y deben ser **eliminados o minimizados en el momento de su concepción**. Esto únicamente es posible si el diseño de las mismas contempla los aspectos preventivos de forma simultánea a los técnicos, constructivos y organizativos, exigiendo para ello un mayor desarrollo e implicación de promotores y proyectistas.

La integración de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcci*ón en la fase de diseño,* no sólo es una obligación recogida en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante LPRL), que establece la obligación de combatir los riesgos en su origen cuando no se hayan podido evitar, sino que es una necesidad que ya se puso de manifiesto en la exposición de motivos de la Directiva 92/57 /CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles, dada la estrecha relación entre las decisiones tomadas en la etapa de diseño y los accidentes laborales registrados en las obras de construcción (Informe Lorent 1989).

Dicha necesidad también fue avalada por numerosos estudios efectuados a nivel internacional a lo largo de los años (Haslam, R. et al, 2003 o Behm, 2005) que estimaban que, a pesar de tratarse de fenómenos multicausales, entre el **35 y el 45% de los accidentes registrados en obras de construcción, guardan una relación causal con las decisiones tomadas en la etapa de diseño**. Así mismo, la experiencia en la aplicación de la Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles, llevó a la Comisión de la Unión Europea (UE) a emitir una comunicación en noviembre de 2008. En dicha comunicación, la Comisión de la UE señala la "***falta de coordinación y control en la fase de elaboración del proyecto*** *y el incumplimiento de la obligación de incorporar los principios de la prevención en la preparación del proyecto, pudiendo ser uno de los motivos de las tasas de accidentes extremadamente elevadas en este sector, en comparación con otros*".

En este sentido, la Directiva 92/57/CEE, en sus artículos 4 y 5, recoge las actuaciones a seguir para lograr la integración de la prevención en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de la obra y establece la figura del **coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de la obra** (en adelante CSSP), cuya actuación está orientada a velar por la aplicación de los principios de acción preventiva en esta fase en cada una de las obras. La transposición de esta directiva, que ha sido diferente en los estados miembros, se realizó en nuestro ordenamiento jurídico mediante el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (en adelante RDC). En él se ratifica la obligada aplicación de los principios de acción preventiva en la toma de decisiones de diseño, correspondiendo al proyectista y, en última instancia, al promotor del proyecto, velar por la incor-

poración de tales principios en el proceso de diseño de la futura obra tal y como se refleja en su articulado. Sin embargo, en relación con el CSSP, se opta por limitar la obligación de su designación a los proyectos en los que intervenga más de un proyectista sin perjuicio, claro está, de la potestad del promotor de contar con este agente en aquellos proyectos en los que, independientemente del número de proyectistas, entienda que pueden aportar una mejora preventiva del diseño de los mismos.

El RDC concentra la integración de la prevención en la fase de diseño en la actuación de dos agentes dependientes del promotor: por un lado, el proyectista como agente obligado, en primera persona, a incorporar y aplicar los principios de acción preventiva en el diseño que realiza y, por otro, en el CSSP como especialista en la materia encargado de coordinar dicha aplicación. De esta forma, y para lograr la debida integración de la prevención en el diseño de la futura obra, las diferentes decisiones constructivas, técnicas, organizativas y de planificación que forman parte del citado proceso de diseño, habrán de perseguir la eliminación o, en caso de no ser posible, la reducción y control de riesgos laborales tanto en la ejecución como en la utilización y mantenimiento de la obra proyectada. Por ello, resulta imprescindible que el proyectista cuente con conocimientos preventivos debiendo recurrir, en caso contrario, a la colaboración de expertos en dicha materia (por ejemplo, a través de la figura del CSSP)

La aplicación de los referidos principios supone un **cambio significativo** a la hora de planificar y elaborar los proyectos ya que implica **tomar decisiones sobre la organización y los sistemas de ejecución de la obra.** Tradicionalmente, estas cuestiones han sido pospuestas a la fase de ejecución y se resuelven, en la mayoría de las ocasiones, por los propios contratistas.

Además, la aplicación de dichos principios de acción preventiva supone, en la práctica, que las decisiones de diseño sirvan para mejorar las condiciones de trabajo mediante la eliminación o control, no sólo de los riesgos laborales a los que se verán expuestos los trabajadores y empresas implicadas en la fase de construcción, sino también aquellos a los que se verán sometidos los responsables de la operación, mantenimiento y explotación de la construcción, una vez puesta en servicio. A este respecto, el artículo 5.6 del RDC, prevé la necesidad de que el Estudio de Seguridad y Salud (ESS), o en su caso el Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS), no sea únicamente el instrumento mediante el cual el promotor informa al contratista de los aspectos más relevantes en relación con la prevención de riesgos laborales durante la ejecución de la obra, sino que también incorpore la información útil para efectuar en su día en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Por todo ello, el ESS, o EBSS en su caso, es una consecuencia de la integración de la prevención de riesgos laborales en el proyecto, que recoge documentalmente sus resultados para la minimización y control de los riesgos residuales que no han podido eliminarse con las decisiones tomadas. De ello se deduce que el proyecto y el ESS, o EBSS en su caso, deberían desarrollarse simultáneamente, ya que ello permitirá integrar los principios generales de prevención en ambos documentos desde su origen. En sentido contrario, no podría realizarse la debida integración de la prevención de riesgos en la etapa de diseño si la elaboración del ESS o del EBSS se acomete cuando el proyecto ya está diseñado por completo.

En el caso de la edificación, el artículo 12 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, vuelve a poner de manifiesto la necesidad de integración de la prevención en el diseño, estableciendo dentro del Requisito Básico: "Seguridad de utilización y accesibilidad" la reducción a **límites aceptables el riesgo de que los "usuarios" sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios,** como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Por tanto, el control de los riesgos a los que se verán sometidos los trabajadores que desempeñen tareas con posterioridad a la construcción de un edificio, podrá hacerse efectivo, en muchas ocasiones, mediante un diseño en origen en el que se hayan considerado los principios elementales de prevención de riesgos laborales.

En las obras sin proyecto, de igual manera, el promotor deberá recopilar información sobre los riesgos asociados al emplazamiento y a la concurrencia de actividades en la obra. Esta información será facilitada al contratista para que tome las decisiones y planifique las medidas preventivas oportunas que se adoptarán durante la ejecución y en los trabajos posteriores.

Por todo lo indicado, la integración efectiva de la prevención en la fase de diseño de la obra **permitir**á **aprovechar el potencial preventivo de esta etapa inicial** para conseguir la mejora de las condiciones de trabajo en las etapas posteriores de ejecución, operación y/o mantenimiento. Así, y tal y como se refleja en la **curva de influencia en la seguridad a lo largo del ciclo de vida de un proyecto** (Figura 1), la posibilidad de influir en materia preventiva disminuye de manera notoria según nos alejamos de la fase de diseño y nos acercamos a la de ejecución. Adicionalmente, hay que tener en consideración que, no en pocas ocasiones, el coste asociado a los eventuales cambios a realizar se incrementa a medida que va avanzando el proceso.

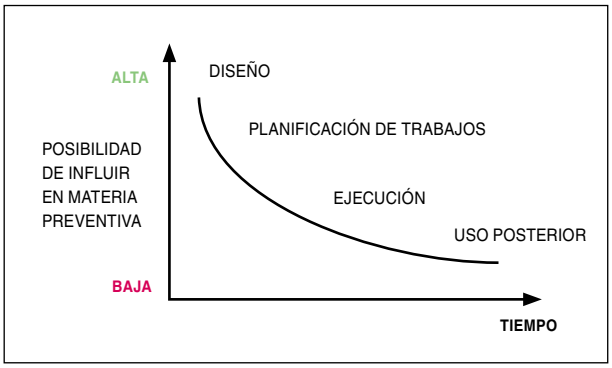


Figura 1. Curva de influencia: Seguridad de los trabajos en función del avance del proyecto (Szymberski, 1997).

2. OBJETO Y ALCANCE

El INSST, en su afán de mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, desarrolló la *Guía Técnica para la evaluación y prevención de riesgos laborales en las obras de construcción* y el documento *Directrices Básicas para la integración de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción*. Ambos inciden en la necesidad de integrar la prevención de riesgos laborales en la fase de diseño o concepción de la obra. Dando un paso más, con el propósito de mejorar las condiciones de trabajo no sólo en la fase de ejecución de obra, sino también en las posteriores de explotación, operación y

mantenimiento se elabora el presente documento que forma parte de una serie de Notas *Técnica*s de Prevención que recogen diferentes aspectos de la integración de la prevención en la fase de diseño en las obras. En ellas se pretende aportar orientaciones y soluciones prácticas para facilitar a promotores y proyectistas la integración de la PRL en el diseño o concepci*ón de l*as obras de construcción.

Se entiende que el proceso de diseño/planificación previa también se lleva a cabo, con las adaptaciones que procedan, en las obras sin proyecto. Su concepción también debe tener en cuenta los principios que se analizan en esta serie de NTP de integración de la prevención a través del diseño, así como, de manera más específica, los determinados en la NTP 1.071.

3. METODOLOGÍA

Con el propósito de aportar una visión práctica y realista de esta cuestión, en enero de 2016 se constituyó un grupo de trabajo integrado, de una parte, por técnicos del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) y, de otra, por profesionales de la Asociación de Ingenierías de Seguridad y Salud en Obras de Construcción (ISSCO). De esta forma, se ha tratado de enriquecer los criterios del INSST con soluciones prácticas basadas en la experiencia con la que cuentan las empresas de dicha asociación para obtener una eficaz integración de la PRL en la fase de diseño de las obras de construcción.

4. FUNDAMENTOS DE LAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO Y SU APLICACIÓN A LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Las técnicas de Prevención a través del diseño (*Prevention Through Design,* o PtD) tienen su origen en el ámbito industrial (*National Safety Council*, 1955) y se centran en analizar y aplicar el potencial preventivo que ofrece todo proceso de diseño de una actividad. De esta forma, y entendiendo el proceso de diseño como un proceso amplio y continuo que engloba desde la identificación de una necesidad hasta la planificación y organización del proceso de ejecución de la misma, las técnicas de PtD persiguen la eliminación y control de riesgos laborales mediante la inclusión de dicho objetivo en la toma de decisiones realizada en las etapas iniciales de diseño y planificación de los procesos.

Para ello, se debe integrar el objetivo de la prevención en la toma de decisiones que integran el proceso de diseño utilizando un orden de prioridades preventivas que servirán, en definitiva, para jerarquizar las diferentes alternativas/soluciones disponibles. Esta jerarquía, denominada **jerarquía de controles**, se define en el estándar ANSI/AIHA *Occupational. Health and Safety Management Systems Z10-2012 y* determina un orden de seis prioridades a considerar a la hora de **diseñar un proceso, equipo o lugar de trabajo** que se traducen, en orden de mayor a menor prioridad, en lo recogido en la Figura 2. En este sentido, la jerarquía de controles responde a la **obligación** establecida en el artículo 15 **Principios de la acción preventiva** de la LPRL.

De este modo se pretende que, durante el proceso de diseño, se prioricen aquellas soluciones que permitan la eliminación de riesgos o, en caso de no ser posible, su minimización y control mediante la adopción de las medidas más eficaces posibles.

La aplicación de las técnicas PtD al sector de la construcción se ha desarrollado, principalmente, en el ámbito anglosajón procurando "*abordar la seguridad de los trabajadores de la construcción y del mantenimiento en el diseño de las características permanentes de un proyecto"* (Gambatese et al 2005).

Los fundamentos de aplicación de las técnicas PtD son los siguientes:

- **La toma de decisiones que se efectúa en la etapa de diseño, debe incorporar la Jerarquía de Controles como criterio de análisis comparativo entre las posibles soluciones a adoptar.** La aplicación de dicha Jerarquía, cuyo orden de prioridades resulta coherente con los principios de acción preventiva establecidos en la LPRL, supone que, en los procesos de organización, análisis de procedimientos constructivos y/o planificación de los trabajos, **se prioricen aquellas soluciones que permiten la eliminación de los riesgos laborales más relevantes en términos de frecuencia y gravedad**.

  La aplicación de esta jerarquía de controles en el proceso de diseño permite, a la postre, **mejorar las**

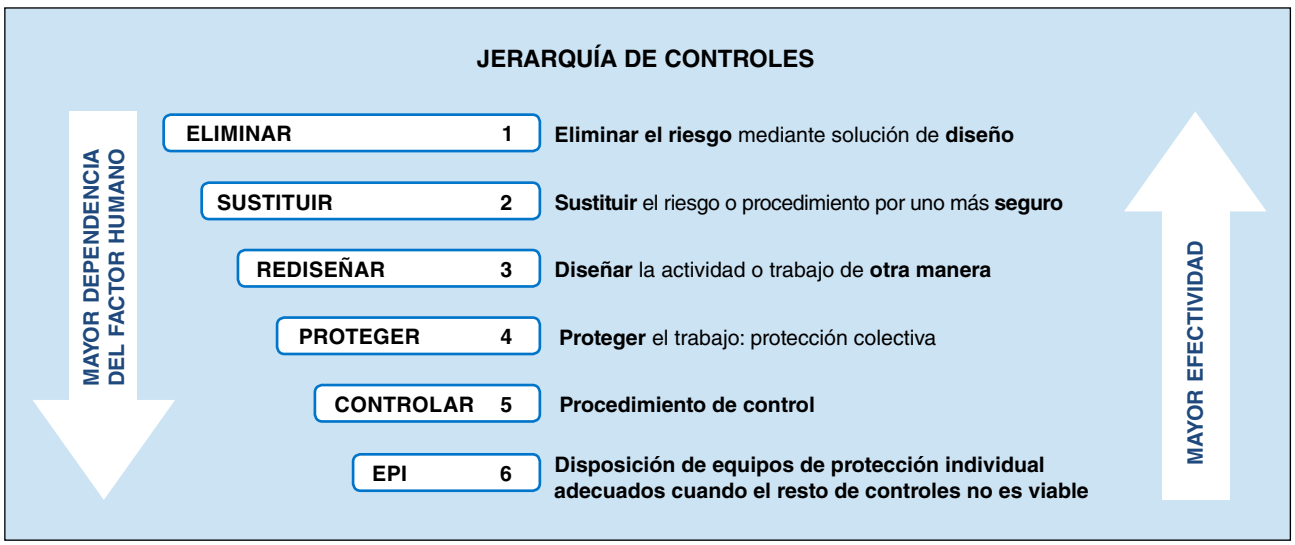


Figura 2. Jerarquía de Controles: Prioridades de actuación preventiva en la toma de decisiones en la etapa de diseño.

condiciones de trabajo en la ejecución de los trabajos diseñados a la vez que se limitan los riesgos y priorizan las medidas preventivas de mayor efectividad.

- Si bien el diseño es un proceso continuo que no termina con la redacción del proyecto de construcción, las técnicas de PtD consideran que, **para lograr una mejora efectiva en las condiciones de trabajo de la obra, es preciso anticipar la consideración de dichos aspectos a la etapa de elaboración del proyecto**, aun teniendo en cuenta que el diseño es un proceso continuo que no termina con la redacción del proyecto. De esta forma, resulta indispensable que el promotor y el proyectista de las obras asuman la mejora de las condiciones de seguridad durante todo el ciclo de vida de la obra proyectada como un objetivo básico de su actividad de diseño.

Para lograr tal objetivo, se habrán de adaptar las características, la planificación, los materiales y la configuración definitiva del proyecto a diseñar considerando los aspectos relacionados con la prevención de riesgos de los trabajos a ejecutar. Igualmente, y ya desde el proyecto, se habrán de considerar las soluciones de diseño y procedimientos constructivos que mejoren las condiciones de trabajo de la obra para, por último, posibilitar en el proyecto la trasmisión de información al resto de agentes, especialmente a las empresas que ejecuten la obra en relación con los riesgos que no han podido ser evitados, o reducidos, en la etapa de proyecto.

Asimismo, otras decisiones de diseño como pueden ser la planificación temporal y espacial de los trabajos (p.e. plan de obra) o la determinación de las prescripciones técnicas y económicas del proyecto habrán de incorporar, igualmente, los aspectos preventivos como un criterio crítico de decisión.

En base a todo ello, la PtD determina que el **promotor de la obra**, como cliente del proceso de diseño y ejecución de obra, es una **figura crítica** para lograr una efectiva integración de la prevención en la etapa de proyecto que permita la eliminación, o reducción, de riesgos mediante el establecimiento de soluciones de diseño más seguras (“*designing out risks”).*

Por último, y desarrollando el concepto ya apuntado de mejorar las condiciones de trabajo de la futura obra desde el diseño de la misma, la aplicación de técnicas de PtD pretende incorporar también la consideración de las condiciones de trabajo en **fase de mantenimiento y servicio de la obra**. De esta manera, se amplía el objetivo de la PtD desde la seguridad del trabajador de la construcción hasta la de los operarios de mantenimiento y usuarios finales de la obra (sostenibilidad preventiva extendida a todo el ciclo de vida del proyecto), asentando la idea de que retrasar las decisiones y actuaciones preventivas a la etapa de construcción no sólo resta eficacia a las mismas, sino que, en la práctica, supone desaprovechar las ventajas que ofrece la planificación en la materia y, en definitiva, el diseñar de manera eficaz para la eliminación, prevención y control de riesgos futuros.

BIBLIOGRAFÍA

Lorent, Pierre (1989) “Informe Lorent”. Impacto de la proposición de Directiva “obras temporales móviles o móviles” sobre la formación en seguridad. (Doc. nQ PL/ct/34/90 FR)

Behm M. (2005) Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. Safety Science, 43(8): 589–611.

Haslam, R., et al. (2003). Causal factors in construction accidents. Health and Safety Executive Research Report, 156.

Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.

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.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Guía Técnica para la evaluación y la prevención de riesgos relativos a las obras de construcción.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Directrices básicas para la integración de la prevención de los riesgos laborales en las obras de construcción.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
NTP 1071: Gestión de la seguridad y salud en obras sin proyecto (I): en un centro de trabajo con distinta actividad.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

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

Notas Técnicas de Prevención

1.127

Integración de la PRL en el diseño de obras de construcción (II): criterios y soluciones organizativas

Integration of occupational risk prevention in the design of construction works (II): criteria and organizational solutions
Intégration de la prévention des risques professionnels dans la conception des ouvrages de construction (II): critères et solutions organisationnelles

Autor:

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

Elaborado por:

Cecilia Gavilanes Pérez

Antonio Merayo Sánchez

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Colaboradores:

Carlos Arévalo Sarrate

Mª Dolores Blanco Aguiar

ASOCIACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN (ISSCO)

La presente Nota Técnica de Prevención complementa la NTP 1.126 y recoge criterios y soluciones para la integración de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción a través del diseño.

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. PROCESO DE INTEGRACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN EL DISEÑO DE UNA OBRA DE CONSTRUCCIÓN

Actuaciones a seguir en la fase de proyecto

Para lograr integrar los aspectos preventivos en el proceso de diseño de una obra de construcción, hay que partir de la premisa de que **cualquier decisión constructiva reflejada en el proyecto ha de materializarse considerando simultáneamente los requisitos "productivos" y los "preventivos".**

Por tanto, es preciso comenzar identificando aquellas decisiones técnicas que guardan una relación más directa con las condiciones de trabajo a las que se verán expuestos los trabajadores durante la ejecución de la obra y durante la operación/explotación y mantenimiento de la construcción. Entre dichas decisiones, que variarán en función de la tipología y uso de cada proyecto, pueden ser especialmente relevantes las siguientes:

- Duración de cada una de las actividades y de la propia obra.
- Planificación y cronograma de trabajos: interferencias y concurrencias.
- Organización de espacios de la obra: accesos, acopios, espacios entre estructuras/elementos diseñados, condiciones de evacuación, etc.
- Interferencias con el entorno: afección mutua con otras instalaciones/actividades en el entorno, servicios afectados…
- Soluciones constructivas y métodos de trabajo a emplear.
- Materiales y equipos a emplear: prefabricación, materiales, productos y equipos más seguros, etc.
- Configuración final de la obra: accesibilidad y operatividad en condiciones seguras.

Con el fin de **aplicar los principios de acción preventiva en esta toma de decisiones de diseño**, se recomienda seguir un proceso gradual, de acuerdo con lo indicado en el apartado anterior, que avance de manera simultánea con la definición del proyecto para permitir, así, que se incorporen nuevas soluciones y alternativas técnicas que puedan mejorar las condiciones de trabajo de la obra y de sus etapas posteriores de operación, explotación y/o mantenimiento.

Así, y sin perjuicio de las particularidades técnicas, la magnitud y la organización de cada proyecto, **la integración de la PRL en el proceso de diseño de una obra de construcción debe permitir que, en aquellas actividades de mayor riesgo en términos de probabilidad y daño, se procure bien la eliminación, bien la minimización de los riesgos más relevantes**. Dicho proceso, que se adaptará a la naturaleza y particularidades de cada proyecto y podrá contar con la participación del promotor, sus técnicos, el proyectista y el CSSP en su caso, puede seguir un esquema similar a la tabla 1.

Para llevar a cabo este proceso de integración de la prevención, cuyo nivel de detalle y aplicación se adaptará a las peculiaridades y magnitud de cada proyecto, se considera esencial lograr un trabajo coordinado entre los responsables del promotor, el equipo proyectista, el CSSP si procede, y/o el autor del ESS o EBSS. Para ello, se recomienda utilizar r**euniones de coordinación y seguimiento del proceso de diseño,** así como listas

Fase Inicial - DISEÑO CONCEPTUAL. Identificación de necesidades y bases del proyecto	
Actuaciones y decisiones de diseño a tomar	Aspectos preventivos a valorar
• Recogida de información previa. • Trazado, ubicación de las diferentes partes integrantes del proyecto. • Configuración general proyecto.	• Minimización de la afección del entorno. • Compatibilizar trabajos con actividades concurrentes.

Eliminación y minimización de riesgos →

Fase intermedia - INGENIERÍA BÁSICA. Definición de los atributos principales del proyecto	
Actuaciones y decisiones de diseño a tomar	Aspectos preventivos a valorar
• Condiciones geológicas y geotécnicas. • Delimitación de servicios afectados. • Concreción de tipologías y ubicaciones. • Análisis de soluciones constructivas generales. • Delimitación física de las estructuras a ejecutar.	• Priorizar estabilidad del terreno: excavaciones y movimiento de tierras. • Priorizar retirada previa de servicios. • Posibilidad de habilitar accesos seguros, asegurar condiciones de evacuación, habilitar espacios necesarios. • Priorizar la utilización de soluciones mecanizadas y prefabricadas.

Eliminación y minimización de riesgos →

Fase final - INGENIERÍA DE DETALLE. Concreción del proyecto	
Actuaciones y decisiones de diseño a tomar	Aspectos preventivos a valorar
• Programación de actividad: Plan de obra. • Concreción de procedimientos constructivos, equipos y materiales a utilizar. • Definición de equipos, usos y operaciones en fase de explotación. • Elaboración de pliegos, planos y presupuestos.	• Eliminar y minimizar concurrencia de trabajos en la obra y con actividades del entorno. • Priorizar procedimientos, equipos, materiales y productos más seguros. • Eliminar/minimizar operaciones de mantenimiento evitables y riesgos de acceso y operación.

Eliminación y minimización de riesgos →

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
Contenido Art. 5 RDC y Transmisión de información:
• Riesgos evitados durante el proceso de diseño. • Identificación de riesgos remanentes (no evitados) y análisis y definición de medidas a aplicar priorizando medidas más eficaces. • Requisitos a exigir a los equipos de trabajo (máquinas, herramientas, y medios auxiliares). Requisitos para su instalación, utilización y mantenimiento. • Requisitos a exigir a las medidas de prevención y a las medidas de protección. • Planos que definan las medidas preventivas: cerramientos y accesos de obra, vías de circulación, zonas de acopio de materiales o equipos, localización de anclajes para la colocación de sistemas de protección de borde o sistemas de protección individual frente a caídas. • Valoración económica de medidas preventivas específicas de la obra (más allá de la mera ejecución profesional de los trabajos). • Información y previsiones útiles para trabajos posteriores.

Tabla 1. Fases del proceso de integración de la prevención de riesgos laborales en el propyecto de una obra.

de verificación de diseño seguro que permitan comprobar la eliminación/minimización de riesgos en las diferentes fases y actividades proyectadas. En la tabla 2 del apartado 3 de esta NTP se muestran algunos ejemplos de aspectos a considerar en la toma de decisiones para integrar la prevención en la fase de diseño.

Asimismo, y en función de las particularidades de cada obra, puede resultar necesario contar con la participación en dicho proceso y reuniones tanto de **empresas especializadas** en determinadas actividades constructivas (por ejemplo estructuras singulares, demoliciones…) como de los responsables, en su caso, de las instalaciones/centros de trabajos afectados por las obras a diseñar.

Según avance el proceso de diseño, y una vez que se cuente con una definición de los elementos principales del mismo, se aconseja acompasar el inicio de la redacción del ESS, o EBSS en su caso, de forma que pueda,

de esta manera, favorecerse de la información y decisiones técnicas tomadas a lo largo del proceso. Sin perder de vista que cualquiera de las decisiones constructivas tomadas y reflejadas en el proyecto deben considerar los aspectos productivos y preventivos, el ESS, o EBSS en su caso, deberá contener "la información" a trasladar a cualquier empresa o trabajador que vaya a construir y/o utilizar lo proyectado, para que lo pueda hacer en condiciones de seguridad.

De este modo, los proyectistas deben considerar los riesgos implícitos de los trabajos que se tienen que ejecutar para construir, utilizar y mantener lo que diseñan. Por ello, el ESS, o EBSS en su caso, se integra en el proyecto de tal manera que, formando parte del mismo, garantiza un tratamiento específico de todas las medidas preventivas necesarias para lograr el objetivo final: **preservar la seguridad y salud de los trabajadores que intervienen en la ejecución de la correspondiente obra de construcción y los usuarios o trabajadores que realicen trabajos posteriores (explotación y/o mantenimiento).**

Actuaciones a seguir antes del comienzo de la obra

Como se ha comentado, el proceso de diseño de una obra de construcción va más allá de la finalización del proyecto de obra pues, en las etapas posteriores al mismo, los diferentes agentes intervinientes (contratistas, subcontratistas, promotor, dirección facultativa…) llevan a cabo actuaciones y toman decisiones que influirán en el diseño definitivo de la obra en sus fases de construcción y operación y mantenimiento.

Es por ello que los principios de integración preventiva y prevención a través del diseño, pueden y deben seguir aplicándose en las actuaciones que van desde la finalización del proyecto hasta el comienzo de la obra y, lógicamente, también durante la etapa de construcción, sin perjuicio de que tal etapa no es analizada en detalle en la presente NTP.

Algunas de las **actuaciones** que deben incorporar estos principios son las siguientes[1]:

- **Modalidad de contratación:** la **participación temprana del futuro contratista de la obra** puede repercutir, en una mejora de la integración de la prevención en la etapa de diseño. De esta forma las soluciones constructivas definidas en proyecto deberían, en principio, resultar más próximas a las finalmente desarrolladas en la etapa de construcción, respetando, en todo caso, las facultades de los técnicos que actúan desde el lado del promotor de la obra (el CSSP, el CSSE y/o la Dirección Facultativa de la obra). En este sentido, existe la posibilidad de contratar de manera conjunta la ingeniería y la construcción de la obra –sistemas de contratación conjunta proyecto y obra- que podrían favorecer a la hora de implementar las técnicas de integración de la prevención en el diseño pues la necesaria coordinación y traslado de información preventiva en estas etapas se ve notablemente facilitados.
  Igualmente, aquellos sistemas de contratación tanto del proyecto, como de la obra o de la dirección facultativa y coordinación de seguridad **que no se limitan a valorar los aspectos económicos,** sino que, además, incorporan aspectos relacionados con las soluciones técnicas a poner en práctica por cada agente o las soluciones organizativas y constructivas que puedan facilitar mejoras en términos preventivos facilitarán, en gran medida, la integración de la prevención en todo el proceso posterior.
  Por todo ello, el **sistema de contratación que arbitre el promotor de la obra** se considera decisivo a la hora de favorecer o no la futura integración de la prevención en el diseño y ejecución de la misma.
- **Planificación previa al comienzo de los trabajos**. Si bien el proyecto de construcción define, con carácter general, las características de la obra a acometer y la organización y las soluciones constructivas a desarrollar, resulta habitual que el contratista, una vez adjudicada la obra, introduzca variaciones en dichas variables. Dado que dichas variaciones afectarán, también, a los aspectos preventivos de la obra es necesario que también en esta etapa, al igual que durante la futura obra, se apliquen los principios de integración preventiva ya analizados. Para ello, tanto el contratista como el promotor y sus agentes, el CSSP, el CSSE y el gestor del contrato, deberán considerar y controlar dicha aplicación.

2. SOLUCIONES Y TÉCNICAS ESPECÍFICAS

Si bien no existe un catálogo cerrado de soluciones a aplicar para facilitar la integración de la prevención en el diseño de una obra, no es menos cierto que ciertas actuaciones que se vienen realizando en este ámbito pueden contribuir a mejorar tal condición. En general, se trata de actuaciones que comparten una serie de atributos como son el **trabajo en equipo y coordinado entre varios agentes y la anticipación como factores clave**. Entre dichas actuaciones, se destacan las siguientes:

- **Estudios de alternativas constructivas y rediseño.** Considerando que las diferentes soluciones constructivas adoptadas en la fase de diseño serán las que determinen los riesgos a los que se verán expuestos los trabajadores en la fase de construcción, resulta especialmente necesario analizar, en esta etapa, las alternativas constructivas disponibles para ejecutar las principales actividades de la futura obra.
  Para ello, el proyectista y, en su caso el CSSP, habrán de valorar las posibles alternativas existentes en aspectos tales como la programación de trabajos de la futura obra, la organización y gestión de espacios y lugares de trabajo o los principales sistemas de construcción a emplear (p.e. valorando las eventuales ventajas de las soluciones prefabricadas o del empleo de soluciones que permitan la mecanización de ciertos procesos).
- **Estudio previo de mantenibilidad de la futura obra.** Sin duda alguna, la toma de decisiones realizada en la fase de proyecto definirá buena parte de los riesgos y los niveles de seguridad de los posteriores trabajos de operación y mantenimiento. Para mejorar dichos niveles de seguridad, resulta crítico que el proyecto ya prevea soluciones específicas para garantizar la mantenibilidad de la futura obra en condiciones de seguridad.
  Dichas soluciones pueden incluir aspectos como los siguientes:
  – Comprobación de las **condiciones de acceso a los diferentes puestos de operación y a los lugares que exijan tareas de mantenimiento**. Lógicamente, dichas condiciones deberán prever el acceso de los posibles equipos de emergencia (por

1. *Estas actuaciones, como buena parte de las descritas en esta NTP, resulta de aplicación tanto en obras con proyecto como en obras sin proyecto.*

ejemplo paso de camillas) o el acceso en condiciones seguras a instalaciones y equipos a mantener y/o sustituir (por ejemplo trabajos de mantenimiento en cubierta, trabajos de limpieza o cambio de luminarias).

– Promover la **eliminación de riesgos para los futuros trabajos de operación y mantenimiento**. Al igual que sucede con la fase de construcción, la inclusión de determinadas soluciones en la etapa de diseño puede comportar la eliminación y/o mayor control de ciertos riesgos presentes en los trabajos de mantenimiento. En esta línea, la disposición de sistemas automáticos de limpieza o reemplazo de equipos o de sistemas de acceso y posicionamiento seguro para los trabajos en cubiertas (escaleras o escalas de acceso permanentes, barandillas de protección, líneas de anclaje permanente, etc.) contribuyen a lograr tal objetivo.

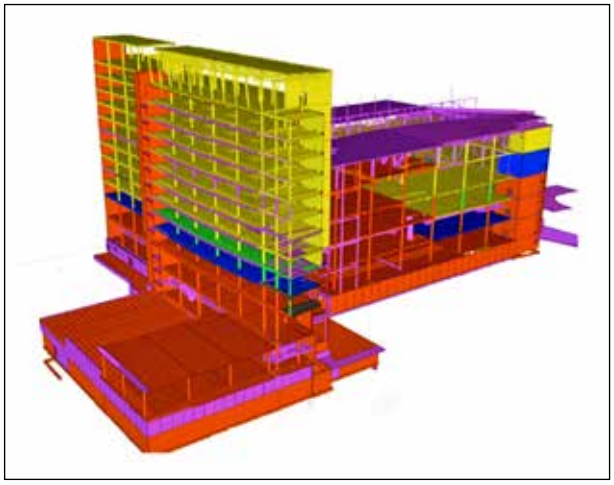


Figura 1. Ejemplo de programa temporal de trabajos de construcción en BIM bajo código cromático que permite visualizar la programación de los mismos y comprobar la suficiencia de las protecciones colectivas dispuestas en cada momento. Fuente: SRV, Flamingo Project, Vantaa

- **Incorporación de los aspectos preventivos en los modelos BIM.** Si bien resulta claro que la integración de la prevención en el diseño de la obra no exige aplicar la metodología BIM[2] (*Building Information Modeling*), no es menos cierto que la adopción de esta sistemática de gestión de proyectos ofrece muchas ventajas a la hora de lograr dicho cometido.
  De esta forma, el hecho de que BIM facilite que la organización de la planificación, diseño y ejecución de proyecto se efect*úe en un contexto colaborativo, integrando información en modelos digitales* y orientando las diferentes actuaciones al ciclo integral de la obra supone que la metodología BIM se configure como una plataforma idónea para incorporar los aspectos preventivos.

  Igualmente, la incorporación de los aspectos preventivos en los modelos BIM permite tanto la **detección temprana de riesgos** (utilizando herramientas de visualización en 3D) como la **valoraci***ón del nivel de riesgo* **de las posibles alternativas constructivas y de diseño**. (Figura 1).
  Por último, la **incorporación de los aspectos preventivos en los modelos 4D de ejecución de la obra** permite, también, beneficiarse de este tipo de modelos tanto en lo que a la gestión de la **planificación y coordinación preventiva** respecta[3] como en la inspección de obra (vinculando las inspecciones y puntos de control al modelo digital) o la organización de la gestión de protecciones colectivas (acotando temporalmente su disposición según avanzan las diferentes fases de ejecución).
- **Desarrollo y aplicación de soluciones innovadoras**. Lógicamente, el análisis en la fase de diseño de la posible utilización en obra de equipos y soluciones innovadoras que eliminen o mejoren el control de determinados riesgos como pudiera ser la mecanización y automatización de ciertos trabajos, el empleo de nanomateriales que mejoren la mantenibilidad o el empleo de sistemas automáticos de detención de maquinara en situaciones de riesgo pueden contribuir de manera decisiva en la mejora de condiciones en la fase de construcción. Idénticas consideraciones deben ser realizadas en relación con la sustitución de aquellos materiales con potencial lesividad sobre la salud de los trabajadores que los manipularán en la etapa de construcción.

3. ASPECTOS PRÁCTICOS A CONSIDERAR PARA FACILITAR LA INTEGRACIÓN DE LA PRL EN EL DISEÑO DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Si bien las soluciones técnicas de diseño que faciliten la integración de la prevención en el diseño de la obra deberán analizarse y desarrollarse de **manera específica en base a las particularidades de cada proyecto** (entorno, tipología, magnitud, usos del mismo, etc.), en este apartado se recogen una serie de ejemplos y recomendaciones que pueden resultar de utilidad a la hora de plantear dicha integración.

Dichos ejemplos, cuya aplicabilidad dependerá de las peculiaridades de cada proyecto, se desarrollan sobre la base de identificar soluciones de diseño que permiten eliminar o disminuir ciertos riesgos considerados como especialmente relevantes en determinadas actividades constructivas o de mantenimiento. Sin perjuicio de la eventual utilidad de las soluciones de diseño que se apuntan en cada ejemplo, se debe tener en cuenta que la adopción de dichas soluciones no significa la automática eliminación de todos los riesgos laborales a los que se podrán ver expuestos los trabajadores por lo que, en general, será preciso analizar los riesgos remanentes correspondientes y adoptar las medidas necesarias para controlarlos.

2. *De conformidad con la disposición adicional decimoquinta de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público para contratos públicos de obras, de concesión de obras, de servicios y concursos de proyectos y en contratos mixtos que combinen elementos de los mismos, los órganos de contratación podrán exigir el uso de herramientas electrónicas específicas, tales como herramientas de modelado digital de la información de la construcción (BIM) o herramientas similares.*

3. *Constando iniciativas como la emprendida por el New York City Department of Buildings para facilitar la elaboración y presentación de planes de seguridad bajo modelos BIM, (https://www1.nyc.gov/assets/buildings/pdf/bim_manual.pdf).*

Actividad/unidad y factores de riesgo a combatir	Alternativas a considerar en la toma de decisiones	Resultado de la integración de la PRL en el diseño mediante las decisiones tomadas
Servicios e instalaciones afectadas por las obras • Afección de los servicios y edificaciones existentes a los trabajos • Concurrencia con otras actividades	• Retirada previa de servicios • Adopción de medidas para controlar la afección con el entorno	• Identificación de todos los servicios e instalaciones afectados. • Promoción de la retirada o el desvío previo de servicios, coordinando, desde esta fase, las actuaciones con el titular. Incluir información específica de los servicios no retirados y medidas para limitar el acceso a las zonas peligrosas. • Programación de las actividades de obra minimizando su concurrencia con otros trabajos y actividades próximas. • Diseño y cálculo de apeos para evitar afecciones a las construcciones existentes.
Movimiento de tierras: excavaciones y zanjas • Desplazamiento de tierras	• Uso de medios manuales • Uso de medios mecánicos. • Estabilización del terreno mediante talud natural. • Estabilización del terreno mediante bermas, entibaciones, y/o muros de contención.	• Definición de las características del terreno. • Establecimiento de las inclinaciones de talud adecuadas a las características del terreno y a las condiciones meteorológicas. • Establecimiento de distancias de seguridad. • Diseño y cálculo del sistema para garantizar la estabilidad del terreno. • Refuerzo del sistema de estabilización del terreno en caso de esfuerzos adicionales como por ejemplo vibraciones por tráfico rodado.
Ejecución de estructuras • Realización de trabajos en altura	• Ejecución in situ • Prefabricación	• Utilización de elementos o estructuras prefabricadas, mecanizando su colocación. • Realización de montajes a nivel del suelo para luego ser elevados. • Priorización del uso de equipos de trabajo en altura menos peligrosos de acuerdo con las condiciones existentes: PEMP, andamios, escaleras de mano…
Encofrados y desencofrados • Realización de trabajos en altura • Manipulación de cargas • Exposición a agentes químicos nocivo (desencofrante)	• Uso de sistemas de encofrado diseñados y calculados al efecto. • Utilización de medios mecánicos para la manipulación de los elementos • Selección del tipo de desencofrantes	• Priorización de la mecanización de los trabajos eliminando riesgos de sobresfuerzos en el izado y colocación de elementos para encofrado. • Colocación mecánica del sistema de encofrado, y/o haciéndolo desde cota cero. • Priorización del uso de equipos de trabajo en altura menos peligrosos de acuerdo con las condiciones existentes: PEMP, andamios, escaleras de mano… • Priorización en el uso de desencofrantes de base vegetal por su menor grado de toxicidad y menor impacto ambiental.
Trabajos ferroviarios en vía abierta al tráfico • Circulación de tráfico	• Pilotaje de vía • Trabajos en bloqueo por ocupación. • Utilización de sistemas automáticos de alarma de aproximación de trenes.	• Planificación de trabajos de mantenimiento (ausencia de circulación). • En aquellos trabajos en los que no sea posible la ausencia de circulación por la duración de las actividades a acometer, planificar la disposición de sistemas automáticos de alarma.
Trabajos en cubiertas • Realización de trabajos en altura	• Configuración de la cubierta (materiales, borde, instalaciones en la misma, accesos…)	• Disposición de protecciones de borde permanentes en lugar de temporales (petos con altura no inferior a 90 cm, colocación de sistemas de protección permanente en lugar de temporal…) que puedan ser utilizadas para trabajos posteriores • Constituir la cubierta con materiales resistentes, incluso cuando no sean visitables, que permitan ser pisados para la realización de trabajos posteriores. • Evitar o, en su caso, prever el sistema para rigidizar lucernarios y claraboyas. • Habilitar accesos seguros a la cubierta. • Habilitar zonas de paso seguras para acceder a las instalaciones y ubicaciones a mantener.

Tabla 2: Recomendaciones preventivas para la integración de la PRL en fase de proyecto de una obra.

Actividad/unidad y factores de riesgo a combatir	Alternativas a considerar en la toma de decisiones	Resultado de la integración de la PRL en el diseño mediante las decisiones tomadas
Circulación de vehículos y/o trabajadores • Circulación de tráfico • Desplazamiento de trabajadores	• Delimitar zonas • Utilización de equipos de trabajo para accesos.	• Establecer lugar y/o medio de acceso a las distintas zonas durante desarrollo de la obra y a las zonas donde se vayan a realizar trabajos posteriores. • Delimitar la obra y señalización de EPI´s requeridos para el acceso en función de los riesgos existentes. • Proyectar las vías de circulación de trabajadores y/o vehículos incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad • Diseñar y calcular las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga. • Planificación de la ejecución de los accesos definitivos en las fases iniciales de la ejecución.
Trabajos en presencia de materiales con contenido en amianto (Demoliciones/ Reformas/ Rehabilitaciones) Materiales con contenido en amianto	• Identificar los materiales que constituyen los elementos sobre los que se va a trabajar.	• Identificación de materiales con contenido en amianto (MCA) • Establecer que los trabajos de desamiantado serán realizados por una empresa inscrita en el RERA de acuerdo con el Plan de trabajo aprobado por la Autoridad Laboral correspondiente. • Planificación de los trabajos para evitar la concurrencia de trabajadores durante las labores de desamiantado.

Tabla 2: (Continuación)

BIBLIOGRAFÍA

Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.

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.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Guía Técnica para la evaluación y la prevención de riesgos relativos a las obras de construcción.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Directrices básicas para la integración de la prevención de los riesgos laborales en las obras de construcción.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

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

Notas Técnicas de Prevención

1.128

Integración de la PRL en el diseño de obras de construcción (III): rehabilitación de un depósito

Integration of occupational risk prevention in the design of construction works (III): Practical case study water tank´s rehabilitation

Intégration de la prévention des risques professionnels dans la conception des ouvrages de construction (III). Cas pratique travaux de réhabilitation d'un réservoir d'eau

Autor:

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

Elaborado por:

Cecilia Gavilanes Pérez

Antonio Merayo Sánchez

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Colaboradores:

Carlos Arévalo Sarrate

Mª Dolores Blanco Aguiar

ASOCIACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN (ISSCO)

La presente Nota Técnica de Prevención es continuación de las NTP-1.126 y NTP-1.127. En ella se muestra la aplicación de los conceptos y fundamentos recogidos para la integración de la prevención a través del diseño en una obra de ingeniería civil en la que se rehabilita un depósito de agua de una Estación de Tratamiento de Agua Potable.

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

Se va a rehabilitar un depósito de una planta potabilizadora, ¿podemos conseguir en la etapa del diseño de la obra eliminar o reducir futuros riesgos que se pondrán de manifiesto en la etapa de ejecución y trabajos posteriores? Dicho en otras palabras, ¿podemos integrar la prevención de riesgos laborales a través del diseño de la obra?

Para responder a esta cuestión, partiendo de la información de un proyecto real facilitada por la empresa ACCIONA INFRAESTRUCTURAS que ha sido simplificada y adaptada para los fines didácticos perseguidos, se ha elaborado esta NTP, cuya estructura, se presenta a continuación.

Previamente es necesario aclarar que esta NTP no recoge todas las decisiones tomadas durante la fase de diseño de la obra de rehabilitación. Únicamente se muestran algunas de las que, desde un punto de vista preventivo, influirán de manera relevante sobre las condiciones de trabajo a las que se verán expuestos los trabajadores en las fases posteriores.

La NTP recoge la descripción de las diferentes actuaciones que deben ser llevadas a cabo para la rehabilitación de un depósito y los condicionantes impuestos, a efectos preventivos, por el promotor y por el entorno. A continuación, para cada uno de los condicionantes impuestos, se analizan las decisiones a tomar en la fase de diseño que se verían afectadas por ellos y el reflejo de su resultado en los diferentes documentos que constituyen el Proyecto de Ejecución. Como complemento se añaden las posibles consecuencias durante la ejecución de la obra y posterior etapa de mantenimiento si no hubiera sido tenido en cuenta ese condicionante en la fase de diseño.

Este caso práctico se inicia en el momento en el que el promotor, preocupado por el mal estado estructural de los dos depósitos de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) y la necesidad de mantener esta en servicio, toma la decisión de acometer una primera fase de obra en la que rehabilitará uno de los depósitos que constituyen la planta, manteniendo el otro en funcionamiento. Para ello, tras definir de manera general sus necesidades, decide realizar un estudio detallado sobre los procesos constructivos principales.

Tras varias reuniones en las que participan el promotor, el titular de la instalación, y algunas empresas especializadas en el sector, designan un equipo proyectista que cuenta con un experto en prevención de riesgos laborales durante el diseño de la obra que además será el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de Proyecto (CSSP). El equipo proyectista junto con el CSSP, serán los responsables de la realización del estudio detallado de los procesos constructivos incluidos en el proyecto de ejecución de obra. Además, tomarán la decisión de solicitar la realización del proyecto utilizando la metodología BIM que facilitará, además de la visualización de lo proyectado, el desarrollo de la planificación incorporando aspectos preventivos.

2. SUPUESTO PRÁCTICO

Situación previa

Descripción de la obra

La ETAP cuenta con dos depósitos enterrados de una superficie en planta de 120 x 150 metros. Estos depósitos de regulación permiten el abastecimiento de agua a varias poblaciones. (Ver figura 1).

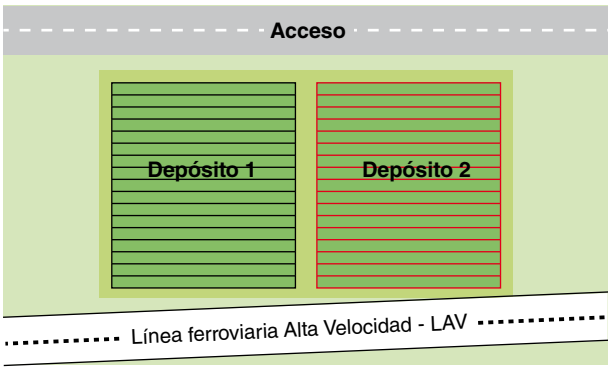


Figura 1. Esquema de situación de los depósitos.

Las actuaciones que se van a llevar a cabo en esta primera fase consistirán: por un lado el vaciado del agua del depósito 1, retirada de la tierra vegetal, de todos los elementos de la cubierta (canales de fibrocemento y losas de hormigón) y de los pilares interiores del depósito (de acuerdo con el esquema que se presenta a continuación); por otro, la ejecución de los nuevos pilares y jácenas para la colocación posterior de las losas que constituirán la nueva cubierta del depósito. (Ver figura 2).

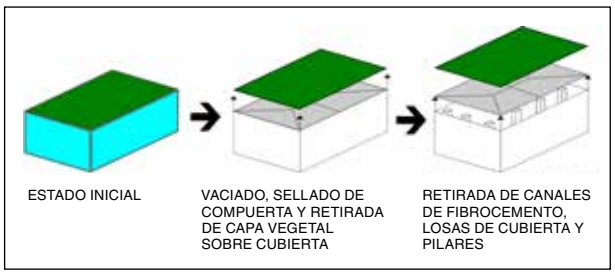


Figura 2. Esquema de la etapas para el vaciado del vaso del depósito.

Condicionantes identificados durante la toma de datos

Tras las reuniones y las visitas realizadas a las instalaciones por el equipo proyectista junto con el promotor y el titular de la instalación, así como la revisión de la documentación existente de la ETAP, se detectaron varios condicionantes que será necesario considerar durante la fase de diseño ya que afectarán de manera directa a las condiciones de seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos y posteriormente durante la explotación. La toma de decisiones considerando estos condicionantes, será el factor clave para la integración de la prevención en la fase de diseño.

- Condicionantes impuestos por el promotor
  - El plazo máximo de ejecución de la obra es de 12 meses.
  - La ETAP se debe mantener en servicio para seguir abasteciendo a las poblaciones.
- Condicionantes impuestos por el entorno
  - Presencia de una línea ferroviaria de alta velocidad (LAV) que limita el espacio disponible alrededor del depósito ya que existe una zona de acceso prohibido.
  - Las cabezas de los pilares y las losas de la cubierta están muy deteriorados y se desconoce su capacidad portante y resistente en estas condiciones. Existe una capa vegetal que cubre toda la cubierta de, aproximadamente, 50 cm de espesor.
  - Los canales de drenaje entre filas de placas son de fibrocemento (material con contenido en amianto)

Integración de la prevención en la toma de decisiones en la fase de diseño de la obra

A continuación, se realiza el análisis de algunas de las decisiones tomadas en la fase de diseño considerando los condicionantes impuestos. En el proceso de toma de estas decisiones se ha tenido en cuenta la jerarquía de controles de las técnicas de prevención a través del diseño (PtD) que, al igual que los principios de la acción preventiva (art. 15 de la LPRL), priorizan la eliminación del riesgo y en caso de no ser posible, su reducción y/o control mediante la aplicación de medidas preventivas y/o de protección.

En las tablas 1, 2, 3 y 4 con las decisiones tomadas considerando los condicionantes, se recogen cómo se refleja el resultado de dichas decisiones en los documentos que constituyen el proyecto.

Por último, a modo de advertencia, se muestran las posibles consecuencias durante la fase de ejecución y explotación (incluido el mantenimiento) por no contemplar los condicionantes impuestos.

Comienzo de la obra

Una vez comenzados los trabajos de ejecución, la modificación de procedimientos, incluidas las propuestas de las empresas contratistas y la ejecución de nuevos trabajos no contemplados inicialmente (Modificados de Proyecto), se diseñarían con la premisa de que cualquier decisión constructiva debía materializarse considerando simultáneamente los requisitos “productivos” y los “preventivos”.

3. CONCLUSIONES

La integración de la prevención de riesgos laborales en la fase de proyecto se inicia con la identificación por parte del proyectista de los condicionantes previos que necesariamente deberían ser incluidos para tomar decisiones considerando no sólo los aspectos constructivos, técnicos y organizativos, sino también los preventivos que permiten la eliminación o reducción de los futuros riesgos durante la fase de ejecución y trabajos posteriores (mantenimiento, conservación y explotación). Para ello, resulta necesario que el proyectista cuente con una adecuada formación en materia preventiva o, en caso contrario, ser asesorado por técnicos competentes en esta materia. Así mismo, el promotor mantendrá en todo momento una actitud activa y colaboradora participando en la entrega de información y en la toma de decisiones.

Las decisiones tomadas y recogidas en el proyecto condicionarán en gran medida los procedimientos de trabajo, equipos técnicos y medios auxiliares que se utilizarán en la obra, y que serán descritos, de forma simultánea a la redacción del proyecto, en el ESS, o en su caso en

el EBSS. Los procedimientos incluirán la identificación de riesgos y las medidas preventivas a adoptar para la eliminación, reducción, y/o control de dichos riesgos.

El contratista, en base a la información recogida en el proyecto y en el ESS (o, en su caso, EBSS), y considerando los recursos y medios que tenga previsto disponer en obra, asume, adapta o modifica los métodos de trabajo y desarrolla el Plan de Seguridad y Salud, integrando, de este modo, la PRL en las siguientes fases de la obra (planificación, ejecución y finalización). Para más información sobre la integración de la PRL en estas fases, se recomienda consultar el documento *Directrices básicas para la integración de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción.*

CONDICIONANTE 1
Estación en servicio Durante los trabajos existirá un almacenamiento de cloro en polvo para la potabilización del agua ya que uno de los depósitos continúa en servicio. La compuerta que permite el acceso del agua al interior del depósito objeto de la rehabilitación se encuentra en un espacio confinado con presencia de gases/vapores derivados del servicio previo.
Decisiones tomadas Una vez vaciado el depósito, se sellará la compuerta de entrada de agua para mantenerlo fuera de servicio. Antes de establecer el procedimiento a seguir, se organiza una reunión con el departamento de mantenimiento de la ETAP que facilita la información sobre el modo de acceso a la compuerta advirtiendo de la posible presencia de gases en la zona y el almacenamiento de cloro en polvo necesario para garantizar el servicio permanente de la plata. Esta información se toma como referencia para la elaboración del procedimiento de trabajo de sellado de la compuerta en un espacio confinado. Además, se decide que por el punto de control de acceso establecido, sólo se permitirá el acceso de aquellos trabajadores que hayan recibido la información correspondiente y las actuaciones a seguir si se produce una situación de emergencia por la presencia de cloro en la ETAP.
Reflejo en los documentos que constituyen el proyecto de ejecución La **MEMORIA TÉCNICA** recogerá el procedimiento de trabajo a seguir para el sellado de la compuerta y la necesidad de controlar la concentración ambiental de Oxígeno, Amoniaco y Cloro durante los trabajos. Se proyectará un pozo de registro con escalera que de acceso al interior del depósito para la realización de inspecciones y tomas de muestras in situ. El **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** indicará que, de acuerdo con el procedimiento previsto, se requerirá un Permiso de trabajo para el sellado de la compuerta. Este trabajo requerirá la presencia de recurso preventivo. En el plan de emergencia y evacuación se contemplarán, entre otras, las actuaciones a seguir en caso de detectar un fallo en el sellado de la compuerta, para evitar la inundación del depósito. Además se recogerá que, previo al inicio de los trabajos, se realizará una reunión de coordinación de actividades empresariales con todas las empresas contratistas en la que se les hará entrega de las actuaciones en caso de emergencia de la ETAP. Será condición indispensable que todos los trabajadores que accedan a la obra hayan recibido información relativa a dichas medidas. En el control de accesos a la obra, se comprobará esta condición. Se recogen las instrucciones para el acceso y realización de operaciones (p.e. la toma de muestras o inspecciones in situ) en el pozo de registro.
  No considerar el hecho de que la estación depuradora debía mantenerse en servicio nos podría haber llevado a las siguientes situaciones: • Antes de comenzar la obra se darían cuenta de que es necesario sellar la compuerta de entrada al depósito. Si no se dispone de esta información y no se planifica la forma de acceso a la compuerta, se podría entrar de manera inmediata al espacio confinado sin ninguna medida de protección. Dos trabajadores estarían expuestos al riesgo de intoxicación por presencia de gases. • Se produciría una situación de emergencia por un escape de cloro y los trabajadores más cercanos resultarían intoxicados porque no supieron cómo actuar cuando escucharon la señal de alarma. • No se considera la necesidad de acceder al interior del depósito para tomar de muestras manuales durante el servicio de la planta. Un trabajador sufriría una caída al improvisar un acceso para la realización de la una toma de muestras in situ.

Tabla 1. Condicionante 1.

CONDICIONANTE 2

Las cabezas de los pilares y las losas de la cubierta se encuentran deterioradas. La retirada de la capa vegetal situada sobre la cubierta con maquinaria pesada puede entrañar riesgos debido a la incertidumbre sobre la capacidad portante de la cubierta y de la estructura en general.

Presencia de línea ferroviaria de alta velocidad en la cercanía de los depósitos. Los trabajos se pueden acometer únicamente desde uno de los flancos del depósito por ser el resto de zonas de acceso prohibido debido a la presencia de la línea ferroviaria.

Decisiones tomadas

Se consulta a varios proveedores y tras analizar las alternativas propuestas se decide la retirada de la capa vegetal de la siguiente manera: retirada de una primera franja con el brazo de una retroexcavadora de 25 metros de longitud (la más amplia del mercado) que se colocará en el flanco permitido del perímetro del depósito. El resto de la capa se retirará con máquina autónoma teledirigida de pequeñas dimensiones y bajo peso. Aunque su empleo retrasará ligeramente la producción, permitirá trabajar sobre la cubierta en condiciones de seguridad adecuadas. Las operaciones para dirigir este equipo se realizarán desde la cubierta. De nuevo se consulta a varios proveedores de líneas de anclaje flexibles temporales y se decide la colocación de soportes estructurales con sus respectivos puntos de anclaje sobre las cabezas de los pilares (que aun precisando ser sustituidos como elemento estructural del depósito, sí permiten su utilización para fijar los anclajes) para que los trabajadores puedan permanecer sobre cubierta para dirigir las operaciones. Será necesario retirar manualmente la correspondiente loseta para la colocación del punto de anclaje.

Reflejo en los documentos que constituyen el proyecto de ejecución

La **MEMORIA TÉCNICA** recogerá el método de trabajo para la retirada de la capa vegetal que incluirá la utilización de miniexcavadora autónoma teledirigida de pequeñas dimensiones y ligera, así como la instalación de las líneas de anclaje flexibles a la que deberán engancharse los trabajadores que dirigen sus maniobras.

En el pliego de condiciones detallará las características que debe reunir el equipo autónomo teledirigido, la documentación que debe acompañarlo en relación con su comercialización así como para su utilización, revisión y/o mantenimiento.

Además se describirá las características que deben reunir cada línea de anclaje, el sistema de conexión a la misma, y el número máximo de trabajadores que puede hacer uso de ella de manera simultánea.

En un plano, se detallará la situación de la Línea Ferroviaria de Alta Velocidad.

El **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** indicará que todos los equipos de trabajo estarán acompañados de los documentos que justifiquen que han sido sometidos a los mantenimientos, revisiones y/o comprobaciones iniciales y periódicas, en su caso. Además sólo podrán ser utilizados por los trabajadores que hayan recibido la formación y adiestramiento requeridos y estén autorizados.

También se indicará que las líneas de anclaje flexibles se instalarán de acuerdo con el procedimiento de trabajo establecido y que serán certificadas por la empresa instaladora, antes de su uso.

En un plano se mostrará la situación de los puntos de anclaje de las diferentes líneas de vida y se incluirá un esquema de los componentes del sistema de protección frente a caídas que será utilizado por los trabajadores.

En otro plano se delimitarán las zonas de acceso y permanencia prohibidas por la presencia de la Línea Ferroviaria de Alta Velocidad.

Si se hubiera obviado el estado de las cabezas de los pilares y de las losas, así como la presencia de una línea ferroviaria de alta velocidad en la toma de decisiones, nos hubiera llevado a planificar un procedimiento de trabajo para la retirada de la capa vegetal y el desmontaje de la cubierta con maquinaria pesada que podría tener las siguientes consecuencias:

- La retirada de la capa vegetal requeriría el desplazamiento de maquinaria pesada sobre la cubierta. Esto provocaría el colapso de la estructura y la caída de varios trabajadores al interior del depósito.
- El acceso a toda la superficie del depósito implicaría la circulación por las zonas de acceso prohibido debido a la presencia de la Línea Ferroviaria de Alta Velocidad. Sería necesario paralizar los trabajos y planificar de nuevo los recorridos.

Tabla 2. Condicionante 2.

CONDICIONANTE 3
Presencia de materiales con contenido en amianto en los canales de drenaje entre filas de losas de la cubierta. El desamiantado requerirá la participación de una empresa especializada en este tipo de trabajos. No será posible la realización simultánea de otras actividades en la zona de desamiantado.
Decisiones tomadas Se contacta con varias empresas inscritas en el RERA (Registro de Empresas con Riesgo de Amianto) que visitan las instalaciones y además de presupuestar la retirada del material con amianto, explican los trámites a seguir para la ejecución de los trabajos, así como los plazos para la aprobación del Plan Específico de trabajos con amianto por parte de la Autoridad Laboral.
Reflejo en los documentos que constituyen el proyecto de ejecución La **MEMORIA TÉCNICA** recogerá la presencia de materiales con contenido en amianto en los canales de drenaje situados entre las filas de las placas de la cubierta. Se indicará que la manipulación de este tipo de materiales sólo podrá ser realizada por trabajadores pertenecientes a una empresa inscrita en el RERA, de acuerdo con el Plan de trabajos con amianto aprobado por la Autoridad Laboral correspondiente. En el pliego de condiciones se recoge los requisitos que debe reunir la empresa que realice el desamiantado y el contenido del Plan específico de trabajos con amianto. En un plano se identificarán los materiales con contenido en amianto. El **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** indicará que la manipulación de los materiales con contenido en amianto sólo podrá ser realizada por los trabajadores pertenecientes a la empresa inscrita en el RERA, según lo establecido en su Plan específico de trabajos con amianto aprobado por la Autoridad Laboral. Durante la realización del desamiantado ningún otro trabajador ajeno a la actividad podrá permanecer en la zona de trabajo que estará delimitada y señalizada. Además se indicará que previamente se comunicará a la Autoridad Laboral el comienzo de los trabajos de desamiantado de acuerdo con el plazo por ella establecido..
 No considerar la presencia de materiales con contenido en amianto en la toma de decisiones nos podría llevar a las siguientes situaciones: • Durante el desmontaje de las placas de cubierta se paralizaría los trabajos por la exposición de trabajadores a fibras de amianto sin adopción de medidas, tras una inspección de la Administración. Además de otras consecuencias, se requeriría la elaboración del Plan específico de trabajo que ha de ser aprobado por la Autoridad Laboral. • Uno de los trabajadores sería diagnosticado años más tarde de una enfermedad profesional relacionada con la exposición a las fibras de amianto.

Tabla 3. Condicionante 3.

CONDICIONANTE 4
Plazo de ejecución de la obra 12 meses. Provocará la realización simultánea de diferentes actividades en la obra y por tanto la presencia de muchos trabajadores realizando diferentes actividades.
Decisiones tomadas Se analizan las posibles interacciones que se pueden producir y se adoptan diversas decisiones de carácter técnico/organizativo para evitar situaciones de riesgo: • El acceso de los trabajadores al interior del depósito se realizará mediante torres de acceso y se construirá una rampa para el acceso de vehículos. • La ejecución de los pilares se llevará a cabo in situ. El encofrado utilizado será de ensamblaje rápido (2 módulos de encofrado entero en forma de L). El hormigonado y vibrado se llevará a cabo desde una PEMP (plataforma elevadora móvil de personas). El traslado de los módulos de encofrado una vez finalizado un pilar se realizará con medios mecánicos.

- Para la ejecución de las jácenas que unen las cabezas de pilares, se utilizará un sistema de cimbrado mediante torres colocadas entre pilares. Las torres que forman la cimbra se montarán en el suelo y mediante máquina elevadora con brazo telescópico en cuyo extremo se incorporará un accesorio de elevación, se girarán y se colocarán verticalmente entre los pilares.
- Desde una PEMP, se montarán los tableros con barandilla sobre las cimbras para constituir una superficie de trabajo sobre la que se realizará el encofrado, ferrallado y hormigonado de las jácenas. Durante el hormigonado de las jácenas se dejarán embebidos cáncamos que permitirán montar las líneas de anclaje para poder realizar el desmontaje de las barandillas y desencofrado de las jácenas.
- La cubierta del depósito se constituirá con placas alveoladas prefabricadas que serán manipuladas mediante dos grúas torre. Al igual que para la retirada de las placas existentes, se indicará la necesidad de que los trabajadores que ayudan a la colocación de la placa estén enganchados a la línea de anclaje durante las operaciones.
- La impermeabilización del depósito se realizará con poliurea proyectada, en lugar de laminada in situ que dilataría el tiempo de ejecución.
- El proyecto se realizó utilizando la metodología BIM que permitió, además de la visualización de lo proyectado (3D), el visionado secuencial de las diferentes fases de la obra al incorporar la variable tiempo de acuerdo con el cronograma previsto (4D). La utilización de esta metodología permitió comprobar que no había actividades incompatibles realizándose simultáneamente.

Reflejo en los documentos que constituyen el proyecto de ejecución

La **MEMORIA TÉCNICA** recogerá el cálculo y características de los distintos elementos estructurales. Además recogerá el cálculo de la cimbra.

Se incorporará la planificación de la obra identificando cada fase y su distribución temporal a lo largo de los meses.

En el Pliego de condiciones se recogerán las características técnicas del sistema de encofrado de los pilares y del sistema de cimbrado y encofrado para la ejecución de la jácena.

Se indicará los requisitos de los accesorios de elevación y la documentación que debe acompañarlos.

Se definirá el sistema empleado para limitar las interferencias de las grúas torre instaladas.

El pliego de condiciones recogerá las características técnicas de la poliurea.

En un PLANO se localizan las rampas de acceso de la maquinaria, la situación de las dos grúas torres y las zonas de movimiento de cada una de ellas.

El **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** incluirá la planificación de la obra. Además, de acuerdo con la información recogida en la memoria del proyecto, desarrollará los procedimientos de ejecución de los pilares in situ con el encofrado rápido, así como el procedimiento del montaje y desmontaje de las torres de cimbrado de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante, identificando los riegos y las medidas preventivas a adoptar que incluirán la presencia de Recurso Preventivo durante las operaciones.

Se detallará que, para la retirada de los tableros para la ejecución de las jácenas, los trabajadores estarán anclados a las líneas de vida instaladas.

Se establecerá la delimitación de la zona de manipulación de cargas durante el montaje de las placas alveoladas, para evitar el paso de trabajadores.

Se indicará la formación que deben reunir los trabajadores responsables del montaje, supervisión e inspección de la cimbra.

En un plano se situará la ubicación de las torres de acceso para los trabajadores y las rampas de acceso para vehículos.

En otro plano se mostrará la situación de las líneas de vida.

No considerar el plazo de ejecución para la planificación de las actividades podría haber dado como resultado:

- Todos los elementos estructurales se ejecutarían in situ y no se cumplirían los plazos previstos.
- Durante los trabajos de encofrado de la cubierta se produciría una caída a distinto nivel de uno de los trabajadores porque no habría descrito el procedimiento de encofrado y se improvisaría utilizando tablas de encofrados sin ningún tipo de protección perimetral. Los trabajadores no dispondrían tampoco de equipo de protección individual frente a las caídas a distinto nivel.
- No considerar la simultaneidad de actividades incompatibles, provocaría el retrasó de la entrega de la obra ya que habría tajos que se pararían durante la realización del desamiantado.

Tabla 4. Condicionante 4.

BIBLIOGRAFÍA

Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Guía Técnica para la evaluación y la prevención de riesgos relativos a las obras de construcción.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
Directrices básicas para la integración de la prevención de los riesgos laborales en las obras de construcción.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

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

Notas Técnicas de Prevención

1.129

Criterios ergonómicos para la selección de sillas de oficina

Ergonomic criteria for the selection of office chairs
Critères ergonomiques pour la sélection de chaises de bureau

Autor:

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

Elaborado por:

María Peñahora García Sanz
DPTO. DE RELACIONES INTERNACIONALES. INSST

Teresa Álvarez Bayona
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Esta nota técnica de prevención (NTP) tiene como objetivo recopilar información sobre ***los aspectos ergonómicos que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar sillas para puestos de trabajo con ordenadores****. No se van a considerar los requisitos específicos de otras sillas empleadas en otras situaciones laborales: puestos de vigilancia; laboratorios; salas de reuniones, descanso, formación, etc. Otro aspecto que tampoco se contempla en esta NTP son las características que deben tener las sillas fabricadas con una serie de adaptaciones y ajustes individualizados en aquellos casos en que los potenciales usuarios no puedan adaptar las sillas normalizadas a sus necesidades. Esto puede ocurrir en caso de trabajadores con algún tipo de discapacidad o característica antropométrica que se desvíe de las medidas de fabricación habituales.*

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 silla es un elemento más del mobiliario de oficina, y como tal debe estar acorde con el sistema de trabajo, y en especial, con el resto del mobiliario. La adquisición de la silla no se puede realizar sin determinar el uso específico que se le vaya a dar, pues una silla de sala de reuniones no requiere las mismas especificaciones que una silla de un puesto ante una pantalla de visualización, de un puesto de recepcionista o una silla de *confidente*. Es fundamental realizar una identificación de los diferentes tipos de puestos para determinar cuál es la silla, y el mobiliario en general, más apropiado para cada situación. En función de las características de los puestos de trabajo o de la utilidad que se le vaya a dar, se deberán seleccionar unas sillas u otras, **no existiendo un criterio de "silla ergonómica" universal**. Una vez determinada las características en función de las tareas a desempeñar, se deberá considerar la concordancia con el resto del mobiliario, y en especial con la mesa de trabajo.

Para seleccionar una silla no sólo hay que tener en cuenta las características del puesto de trabajo, también se deben considerar las características de la persona que vaya a desempeñar ese puesto. Las diferentes características antropométricas y biomecánicas de cada individuo van a determinar que unas sillas puedan ser más adecuadas que otras: Por ejemplo, un aspecto a considerar es la curvatura de la espalda.

2. ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBEN TENER LAS SILLAS DE OFICINA?

Esta pregunta se puede contestar de una manera muy sencilla: que sea ergonómica, o dicho de otro modo, que se adapte a las características y necesidades del trabajador, que sea acorde con el sistema de trabajo y que sea adecuada para la tarea que se va a realizar.

Una silla de oficina debe proporcionar al cuerpo un apoyo estable, permitiendo al trabajador adoptar una postura cómoda durante un periodo de tiempo determinado, de manera que se pueda realizar la tarea o actividad de forma adecuada. Para ello:

- Es imprescindible que la silla permita adoptar posturas adecuadas y realizar cambios de postura.
- Debe proporcionar un apoyo suficiente para la columna vertebral y en especial para la zona lumbar.
- El asiento debe permitir que el flujo de sangre que circule por las extremidades inferiores sea adecuado. No debe generar una compresión en ningún punto que impida esta circulación.
- La superficie del asiento debe disponer de un nivel suficiente de fricción para evitar un deslizamiento sobre la misma.
- Para mayor comodidad, las partes en contacto con zonas corporales como las nalgas o la espalda, deberían estar fabricadas con una superficie transpirable.

El diseño de las sillas se debe ajustar a las características de los trabajadores usuarios. La serie de normas

UNE-EN 1335, propone un conjunto de condiciones relacionadas con sillas estandarizadas para la mayoría de los usuarios: en ellas se establecen una serie de criterios para las sillas que se van a adaptar a usuarios con dimensiones normalizadas entre 1,51 m y 1,92 m de altura y con un peso inferior a 110 kg. A la hora de establecer las dimensiones y rangos de regulación de las sillas, las normas UNE también van a considerar otras características antropométricas como la anchura de las caderas o la longitud poplíteo-trasero del usuario.

3. REQUISITOS BÁSICOS DE LAS SILLAS DE OFICINA

De acuerdo con lo indicado en el artículo 15 de la *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales*, se deberá *adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.*

En un buen número de casos, las sillas de oficina serán utilizadas por usuarios de pantallas de visualización de datos (PVD), y por lo tanto, será de aplicación el *Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos de trabajo que incluyen pantallas de visualización (en adelante Real Decreto 488/1997).* De forma específica se establece en esta normativa, en lo referente a las sillas de oficina lo siguiente:

- El asiento de trabajo deberá ser estable, proporcionando al usuario libertad de movimiento y procurándole una postura confortable.
- La altura del asiento deberá ser regulable.
- El respaldo deberá ser reclinable y su altura ajustable.

El objetivo del Real Decreto 488/1997 con las especificaciones de las sillas de oficina, no es otro que favorecer la adopción de una postura adecuada. También se debe permitir, en lo posible, la realización de cambios posturales.

En esta línea la Guía Técnica del INSST para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización indica que:

- La altura del asiento debe ser ajustable en el rango necesario para la población de usuarios.
- El respaldo debe disponer de una suave prominencia para dar apoyo a la zona lumbar y de dispositivos para poder ajustar su altura e inclinación.
- La profundidad del asiento debe ser regulable, de tal forma que el usuario pueda utilizar el respaldo sin que el borde del asiento le presione las piernas.
- Los mecanismos de ajuste deben ser fácilmente manejables en posición sentado y construidos a prueba de cambios no intencionados.
- Las sillas deben estar dotadas de 5 puntos de apoyo en contacto con el suelo.
- Las sillas deberían incluir ruedas. Estas ruedas deben ser adecuadas al tipo de suelo existente, con el fin de evitar desplazamientos involuntarios en suelos lisos y con actividades de tecleo intensivo.

La adquisición de las sillas debe estar acompañada de las instrucciones sobre el montaje, uso y mantenimiento de las mismas. Estas instrucciones serán una herramienta fundamental para facilitar al trabajador la información y formación sobre cómo realizar los ajustes correspondientes y sobre la importancia del cambio postural.

4. REQUISITOS RECOGIDOS EN NORMAS UNE

Requisitos de seguridad y del material

Todos los componentes de la silla con los que el usuario pueda entrar en contacto en condiciones normales de uso deben estar diseñados para evitar daños personales y materiales. Estos requisitos se cumplen siempre y cuando:

- La distancia de seguridad a las partes móviles accesibles es ≤ 8 mm o ≥ 25 mm en cualquier posición durante el movimiento.
- Los bordes de asiento, respaldo, reposabrazos, así como las palancas y cualquier otro borde accesible con el que pueda entrar en contacto el usuario estarán achaflanados o redondeados con un radio mínimo de 2 mm.
- Los extremos de los componentes huecos estarán cerrados o tapados.

En relación con la inflamabilidad del tapizado, las normas UNE-EN 1021-1 y 2, describen los ensayos para evaluar la inflamabilidad de diferentes combinaciones de materiales, como los empleados en los revestimientos y rellenos de los asientos tapizados, cuando la fuente de ignición a la que se someten es un cigarrillo en combustión o una pequeña llama.

Estabilidad de la silla

La estabilidad del asiento se garantiza asegurando que todas las regulaciones realizadas por el usuario no se alteren de forma involuntaria, y se eviten movimientos o desplazamientos no intencionados mientras se trabaja.

La silla no debe volcar cuando una persona aplica una fuerza descendente en la posición más adversa del borde delantero de la superficie del asiento, se apoya en el reposabrazos o en el respaldo.

Dimensiones

Altura del asiento

La silla de tipo A, recogida en la norma UNE-EN 1335-1:2001, es la que permite un rango de regulación mayor y, por lo tanto, abarca a un mayor rango de población laboral. Esta silla presenta el asiento con un campo de regulación en altura que incluye, como mínimo, el rango 400-510 mm.

Profundidad del asiento

La norma UNE-EN 1335-1:2001 recomienda una profundidad del asiento comprendida entre 400 y 420 mm.

La regulación de la profundidad del asiento puede hacerse bien por el ajuste del respaldo respecto del asiento o bien por el desplazamiento del asiento respecto del respaldo.

Si la profundidad del asiento es fija, se debería proporcionar un buen apoyo para la espalda, siendo este aspecto más importante que el apoyo de la totalidad de los muslos.

Anchura del asiento

La norma UNE-EN 1335-1:2001 recomienda una anchura mínima del asiento de 400 mm. En este caso, hay que estar atentos a esta dimensión cuando se vaya a adquirir la silla de oficina, pues el percentil 95 (p95) de la población

española tiene una anchura de las caderas (en posición sentado) de 417 mm, esto quiere decir que es preferible adquirir una silla con una anchura del asiento superior al mínimo indicado en la norma.

Altura del respaldo

El respaldo de la silla deberá asegurar un soporte adecuado de la región lumbar, así como de las distintas partes de la espalda. Para ello el respaldo debe disponer de mecanismos que aseguren su correcta adaptación a toda la espalda y en especial a la zona lumbar. Es imprescindible que el respaldo proporcione soporte en esa región, pues parte del peso corporal se transfiere al respaldo en la zona lumbar y de esta manera, la carga que soporte dicha zona de la columna será menor. También este soporte de la región lumbar permite una modificación de la curvatura favoreciendo reducir la deformación que puede sufrir la zona lumbar al estar sentado. Todo ello produce una menor presión discal y por tanto menor riesgo de lumbalgias.

Para determinados trabajos, donde una postura algo inclinada es esencial, se recomiendan los respaldos altos que sirvan también de apoyo a los omóplatos. Los respaldos altos deberían tener una convexidad hacia delante en la región lumbar, transformándose en plana o cóncava en las otras zonas. En algunas ocasiones puede ser preferible que los respaldos permitan cierta libertad de los hombros y omóplatos. En este caso la altura del respaldo debe permanecer por debajo de la altura inferior del omóplato.

Tanto el asiento como el respaldo deberán estar fabricados con materiales transpirables.

En el caso de tejidos elásticos o mallas, el respaldo debe garantizar un soporte adecuado y tener una tensión progresiva y dinámica para un mejor ajuste y apoyo de las diferentes zonas de contacto.

Reposabrazos

Los reposabrazos permiten el reposo del sistema muscular del cuello y de los hombros. Además, este elemento es útil para levantarse y sentarse.

Cuando se prevean reposabrazos habrá que tener en cuenta que:

- no deberían dificultar la postura de trabajo preferida del usuario, es por tanto aconsejable que sean regulables o desmontables.
- tampoco deben dificultar el acceso al puesto de trabajo; en particular, su altura no debería impedir que el asiento de trabajo pueda deslizarse bajo el plano de trabajo.

Adaptabilidad por el usuario

Ninguna parte de la silla debe limitar o condicionar los movimientos del usuario. Los mecanismos de ajuste serán fácilmente manejables por el propio usuario en posición sentado y construidos a prueba de cambios no intencionados.

Es aconsejable que los movimientos del plano de asiento y del respaldo sean independientes entre sí.

La forma más adecuada de adaptar la silla al usuario será con una silla multiposicional con bloqueo, o mediante la limitación del recorrido de basculación en al menos tres posiciones. De esta manera, el respaldo se podrá situar en diversos puntos de su recorrido, debiendo estar dotada de mecanismo anti-retorno. Se podrá regular la tensión del respaldo, de forma que la fuerza del movimiento de basculación se adapte a las características físicas de cada usuario. El intervalo debe estar comprendido entre 44 y 105 kg.

5. OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR

Puede ser interesante tener en cuenta otros aspectos tales como color, material, forma, etc., siempre y cuando se respeten los criterios técnicos sugeridos y estas decisiones no afecten a la seguridad y salud de los potenciales usuarios de las sillas.

Algunas recomendaciones al respecto son:

- Estética: se ha de considerar que la estética influye en la percepción y por lo tanto sobre la funcionalidad. Se debe procurar que el trabajador se encuentre en un entorno confortable en el que se favorezca el orden y así minimice el riesgo de aparición de la fatiga.
- Materiales: la norma UNE-EN 89401-1:2008 proporciona los requisitos que se establecen en base al comportamiento frente al uso en sillas de oficina de tapicerías, gomaespumas, plásticos, pinturas, barnices y otros tipos de acabados.

Con el fin de evitar los riesgos derivados de la exposición a la electricidad estática, se recomienda adecuar las condiciones ambientales (humedad relativa del aire igual o superior al 50%), el uso de sillas con tapizado y estructura antiestática; y en las mesas con cableados en su interior: la puesta a tierra y protección, así como el alejamiento del trabajador. Asimismo se evitarán los elementos metálicos en contacto con el trabajador.

Reposapiés

El reposapiés no es un elemento que forme parte de la silla. Es un elemento adicional que se hace necesario en los casos en los que no se puede regular la altura de la mesa, y la altura del asiento no permita al usuario descansar sus pies en el suelo. También es un elemento aconsejable en otras circunstancias ya que favorece los cambios posturales. El Real Decreto 488/1997 establece la obligatoriedad de facilitar este elemento a aquellos trabajadores que lo soliciten. Además sería aconsejable facilitar este elemento a todos los trabajadores que lo requiriesen por sus características antropométricas.

La Guía Técnica del INSST para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización, recomienda que las características de los mismos sean las siguientes:

- Inclinación ajustable entre 0° y 15° sobre el plano horizontal.
- Dimensiones mínimas de 45 cm. de ancho por 35 cm. de profundidad.
- Tener superficies antideslizantes, tanto en la zona superior para los pies como en sus apoyos para el suelo.

6. CONCLUSIÓN

El objetivo de una adecuada elección de las sillas de trabajo no es otro que permitir una correcta adopción de posturas. Cada persona tiene unas características y dimensiones antropométricas diferentes. El estudio de estas características antropométricas ha determinado los rangos de ajuste de los diferentes elementos de las sillas. De esta manera, la selección de una silla normalizada, va a asegurarnos que se adapta a la mayoría de los trabajadores.

La serie de normas UNE-EN 1335 proporciona las características que debe poseer una silla para adaptarse a una población normalizada, para que englobe a la mayoría de los usuarios. En caso de que las dimensiones específicas de los trabajadores sean diferentes a las habituales, se deberá considerar esta situación y adquirir sillas de oficina adaptadas a las características de estas personas.

Otro de los aspectos a considerar desde el punto de vista ergonómico, son las regulaciones: cuanto mayor sea el rango de las regulaciones que disponga la silla, más se adaptará al conjunto de potenciales usuarios y a las diferentes tareas que deban realizar, y permitirá una mejor variación de la postura de trabajo a lo largo de la jornada. No obstante, sin una adecuada formación e información al usuario sobre qué es lo que hay que regular en una silla y cómo se lleva a cabo esa regulación, no se va a conseguir un buen ajuste de la silla al trabajador.

Como práctica aconsejable, se propone previo a la adquisición de dichas sillas, y siempre que sea posible, seleccionar diferentes modelos con características similares y permitir a los trabajadores, con la debida formación e información, que elijan entre las que mejor se adapten a sus características antropométricas.

BIBLIOGRAFÍA:

CARMONA, A. 2003.
Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial.
Madrid: INSHT.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT)
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización.
INSHT. 2006

REAL DECRETO 488/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. (BOE nº 97 23/04/1997).

UNE-EN 1021-1:2015. Mobiliario. Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado. Parte 1: Fuente de ignición: cigarrillo en combustión.

UNE-EN 1021-2:2015. Mobiliario. Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado. Parte 2: Fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla.

UNE-EN 1335-1: 001. Mobiliario de oficina. Sillas de oficina. Parte 1: Dimensiones. Determinación de las dimensiones.

UNE-EN 1335-2:2009. Mobiliario de oficina. Sillas de oficina. Parte 2: Requisitos de seguridad

UNE 89401-1:2008. Mobiliario de oficina. Materiales para mobiliario de oficina. Parte 1: Sillas.

UNE-ISO 9241-5:1999. Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 5: Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

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

Notas Técnicas de Prevención

1.130

Criterios ergonómicos para regular correctamente la silla de oficina y otras sillas alternativas

Ergonomic criteria to properly adjust the office chair and other alternative chairs
Critères ergonomiques pour le réglage correct des chaises de bureau et d'autres chaises alternatives

Autor:

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

Elaborado por:

Teresa Álvarez Bayona
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST

Esta nota técnica de prevención (NTP) tiene como objetivo facilitar las claves principales para ayudar a la configuración física del puesto de trabajo. Se deben considerar las características antropométricas de la persona para esta configuración. En esta NTP no se van a recoger otros aspectos como las necesidades visuales especiales, las condiciones ambientales u otros aspectos que requieran una adaptación más específica. También se van a describir una serie de alternativas a las sillas convencionales existentes en el mercado.

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

Si bien en la actualidad hay muchas modalidades de trabajo en oficina, el puesto tradicional (trabajador sentado en una silla, con un ordenador colocado encima de una mesa), continúa siendo la concepción de puesto más habitual. En la actualidad, se ha podido observar que tanto los equipos de trabajo existentes en el mercado como los demás elementos que configuran estos puestos, son cada vez más seguros y están diseñados para minimizar los riesgos tradicionalmente atribuidos al uso de pantalla de visualización de datos (PVD), siempre y cuando se seleccionen y se utilicen adecuadamente.

Uno de los principales problemas que se encuentra hoy en día, es individualizar correctamente el puesto adaptándolo a las características concretas del trabajador usuario. Se deja esta adaptación del puesto en manos del propio trabajador, que en ocasiones no dispone de formación o le falta la información necesaria para una adecuada configuración de su propio puesto.

2. PUNTOS DE CONTACTO PERSONA- MOBILIARIO/ENTORNO

A la hora de sentarse para trabajar con ordenadores, hay fundamentalmente tres zonas de contacto físico directo de la persona con el mobiliario y el entorno (ver figura 1): el asiento (1), la mesa (2) y el suelo (3).

Al menos dos de los puntos de contacto horizontal deben disponer de algún elemento de regulación, si bien, la acomodación al puesto sería más sencilla si los tres puntos de contacto fueran regulables.

En puestos en los que se regulan dos puntos, el asiento (1) debe ser el indispensable. Además de regularse en altura, este punto debe disponer de otro tipo de regulaciones para adecuar la postura de forma íntegra, por ejemplo, regulaciones relacionadas con el respaldo.

Respecto a los otros dos puntos, sería mejor que fuera la "mesa" (2) el elemento regulable, si bien es la opción más cara y el ajuste en la mayoría de las ocasiones suele venir a través del punto de "suelo" (3). Esta regulación se realiza normalmente con ayuda de un reposapiés.

Puesto que la zona de regulación imprescindible es el asiento, es fundamental hacer una buena selección y posteriormente ajustar de forma adecuada la silla de trabajo.

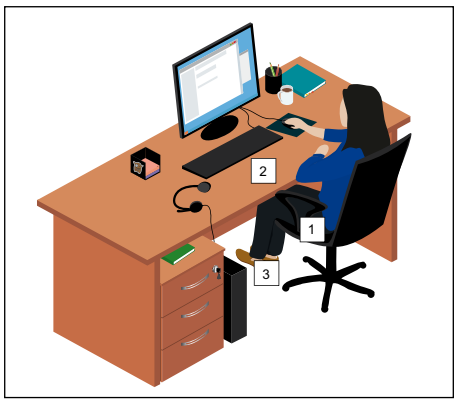


Figura 1. Configuración física de un puesto de oficina: el asiento (1), la mesa (2) y el suelo (3).

3. SELECCIÓN DE UNA SILLA

La silla dispondrá de un diseño regulable que permita la adaptación al mayor número de trabajadores (habitualmente percentiles entre 5 para mujeres y 95 para hombres) y sólo en el caso de que las características o dimensiones de los trabajadores no se ajusten a este tipo de silla normalizada, se deberán adquirir de manera individualizada. A la hora de seleccionar la silla se considerarán las características que se proponen en la NTP 1.129: Criterios ergonómicos para la selección de sillas de oficina.

4. ¿CÓMO SE DEBE AJUSTAR UNA SILLA?

Cada silla debe ir acompañada de unas instrucciones facilitadas por el fabricante. Es fundamental que el empresario haga llegar esas instrucciones a los trabajadores. Conocer las características de la silla, cuáles son las regulaciones disponibles y dónde se localizan los mandos para controlar dichas regulaciones, son aspectos fundamentales. Sin las instrucciones, los trabajadores no van a disponer de la información clave para el ajuste específico de su silla de trabajo.

En general, los pasos a seguir para este ajuste se muestran en la tabla 1:

1. El trabajador debe colocarse justo en frente de la silla. 2. El asiento se debe regular en altura para situarlo justo por debajo de la rodilla.	
3. El trabajador debe sentarse en la silla y apoyar los pies en el suelo. 4. En esta posición, el asiento deberá permitir que queden 5 cm. libres entre el borde delantero del asiento y la corva del trabajador (si no se puede medir, es aproximadamente un puño cerrado).	
5. A continuación, se debe ajustar el respaldo de la silla para que se apoye la zona lumbar. El ajuste debe ser en los dos ejes: es importante aproximar el respaldo al cuerpo y que se ajuste a la altura lumbar.	
6. Si la silla dispone de reposabrazos, en esa misma posición, hay que dejar que los brazos queden colgados libremente. Es importante no elevar los hombros, hay que dejarlos relajados. Se doblan los codos en ángulo recto (90º) y se ajustan los reposabrazos. Estos deben situarse justo a la altura donde rocen con el codo (en caso que esta regulación no sea posible, se deben retirar los reposabrazos). 7. A continuación hay que inclinar el respaldo o el asiento para que resulte más confortable.	

Tabla 1. Regulación de la silla.

En caso de que la mesa sea fija y se requieran otros ajustes:

Tras los ajustes indicados anteriormente pueden presentarse varias situaciones:

1. Si no caben las piernas debajo de la mesa o no hay suficiente espacio para mover las piernas libremente, la mesa es demasiado baja, por tanto no es adecuada.
2. Si al sentarse se deben elevar los brazos para apoyar los antebrazos en la mesa, es que la mesa está alta. En este caso el ajuste se debe realizar de la siguiente manera:
   - Elevar la altura de la silla hasta que los codos se puedan situar sobre la mesa o superficie de trabajo. Posiblemente tras esta regulación, los pies no apoyarán en el suelo. Se soluciona con el uso de reposapiés. Este dispositivo también es un elemento muy útil para favorecer cambios posturales.
   - El reposapiés deben ser ajustable y permitir que los dos pies se apoyen con firmeza.

Habrá que comprobar que los reposabrazos de la silla, en caso de que se dispongan, no choquen con la mesa impidiendo colocar las piernas debajo de ella. En caso de que así ocurra, habrá que ajustar, bajar o retirar dichos reposabrazos.

En caso de que la mesa sea ajustable:

Hay mesas regulables en altura que permiten trabajar en postura de pie o sentada. En este caso y debido a esta alternancia de posturas, habría que valorar si sería necesario proporcionar un taburete u otro elemento para las tareas que se vayan a realizar de pie. Independientemente de la postura de pie, para la regulación de posturas sedentes las situaciones que se pueden encontrar son:

1. Que no haya espacio suficiente para mover libremente las piernas debajo de la mesa.
2. Que se deba elevar los brazos para poder apoyar los antebrazos en la mesa.
3. Que el ajuste permita la postura neutra.

En los dos primeros casos, se debe ajustar la altura de la mesa de manera que los codos se posiciones por encima de la altura de la superficie de trabajo.

5. OTRO TIPO DE ASIENTOS LLAMADOS "ERGONÓMICOS"

Uno de los principales problemas ergonómicos de un puesto de oficina es el estatismo, al fomentar largos periodos de trabajo en posturas sedentes y por tanto estáticas.

En la actualidad, hay dos tipos de tendencias que están fomentado dos planteamientos alternativos para asientos de oficina. En primer lugar, aquellos que permiten la adopción de una postura adecuada y en segundo lugar aquellos que fomenten la actividad física durante el trabajo.

Si bien una buena configuración del puesto de trabajo es fundamental, también se debe considerar la necesidad de realizar pausas y descansos, de alternar posturas de trabajo y de realizar una serie de ejercicios que permitan relajar la musculatura y la vista. En el intento de mejorar la postura adoptada y reducir el sedentarismo, se han ideado alternativas a las sillas clásicas. A continuación se van a describir algunas características de estos nuevos equipos.

Alguna de estas alternativas llamadas "asientos ergonómicos" son: pelotas de ejercicio (ver figura 2) y asientos de apoyo en las rodillas "kneeling chairs" (ver figura 3).

En ambos casos, se puede lograr una postura similar a la postura neutra que sirve de referencia para la regulación de la silla de trabajo, pero presentan una serie de inconvenientes, que hacen que actualmente no sean alternativas adecuadas para trabajos en puestos de oficina con un uso continuado.

Figura 2. Asientos con pelotas de ejercicios.

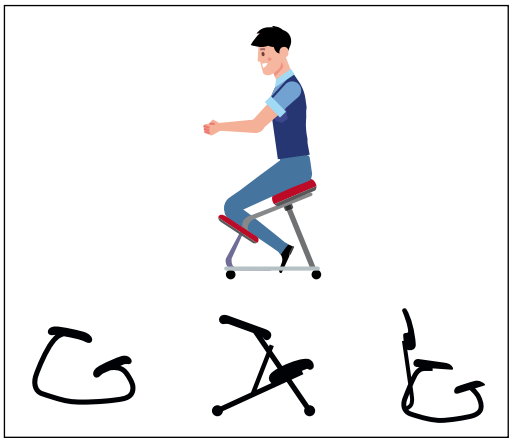


Figura 3. Asientos de apoyo en las rodillas.

Respecto a la pelota de ejercicio los principales problemas son:

- Es un sistema inestable que carece de los cinco puntos de apoyo de las sillas de trabajo. Si bien, hay modelos que incluyen una estructura con estos puntos de apoyo.
- El apoyo lumbar en algunos casos es inexistente y en otros casos es bastante limitado, pues el diseño del respaldo, en aquellos en los que se dispone de él, está poco desarrollado.
- La postura neutra se mantiene gracias a la adopción de una postura estática y en equilibrio, aparentemente adecuada pero que no permite la alternancia de posturas.
- Al favorecer la adopción de una postura estática, se va a sobrecargar físicamente en zonas determinadas del organismo. Esta situación podría incrementar la carga postural si se compara con las sillas convencionales. Estas últimas sí permiten algunos cambios posturales (aunque estos cambios no son los suficientes para considerar que la postura sedente sea suficientemente dinámica para trabajar 8 horas sin cambio postural).
- La regulación en altura del respaldo es más limitada que en una silla convencional. En este caso, sería necesario que la mesa fuera regulable en altura. No va a ser practicable el empleo de reposapiés.

Dado que estos asientos producen este tipo de problemas, no se pueden emplear como sustitutos de las sillas convencionales, si bien, pueden ser un elemento útil en zonas de esparcimiento o como accesorio en algún puesto.

Los asientos de apoyo en las rodillas son otro tipo de sillas que existen en el mercado que se comercializan como sillas ergonómicas. Cierto es que permiten una postura neutra, pero impiden los cambios posturales aumentando la presión en la zona de la rodilla y disminuyendo la circulación sanguínea. Por tanto, es otro tipo de silla no recomendable para largos periodos de tiempo.

Otro problema tanto de las pelotas de ejercicio como de los asientos de apoyo en las rodillas es que la zona de alcance en el puesto de trabajo es más limitada que en las sillas clásicas. Si se dispone de accesorios como teléfonos, impresoras, documentos, etc., la postura que se adopta no va a facilitar el alcance de los mismos.

En ambos casos podría sobrevenir fatiga física antes que con una silla convencional y requieren una configuración específica del puesto de trabajo.

Recientemente, se están encontrando en el mercado sillas o accesorios para incrementar el dinamismo en el puesto de trabajo. Alternativas en esta línea son: sillas dinámicas con asientos basculantes o bien incorporación de pedales tipo bicicleta incluidos en la propia silla o añadidos como accesorio. En la actualidad, no se recomienda la sustitución total de la silla de oficina por este tipo de sillas alternativas, pues falta evidencia científica y técnica al respecto.

Por el momento, la silla clásica es la que se ajusta mejor a este tipo de puestos de trabajo. No obstante, podría ser interesante, en la medida que sea factible, facilitar además de la silla clásica otro tipo de alternativa. Una alternancia entre la silla convencional y cualquiera de las otras alternativas, va a favorecer un cambio postural y por tanto puede ser una medida para reducir el estatismo postural. No obstante, esto no va a eliminar la necesidad de incluir pausas y descansos en la organización del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización.
INSHT. 2006.

CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY.
How to Adjust Office Chairs.
CCOHS. 2014
[En línea: http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/office/chair_adjusting.html]

CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY.
Working in a Sitting Position - Alternative Chairs.
CCOHS. 2016.
[En línea: https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/sitting/sitting_alternative.html].

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.131

Transpaleta eléctrica: seguridad

Electric pallet truck: safety
Transpallette electrique: sécurité

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. INSST

Esta NTP describe las condiciones de seguridad en la utilización de los distintos tipos de transpaletas eléctricas. Para ello se realiza una descripción del equipo de trabajo, y se indican los principales riesgos y las medidas de prevención y protección a adoptar para su control.

Incluye corrección del apartado 7 (14.03.2022)

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 transpaleta eléctrica es un tipo de transpaleta manual utilizada para el traslado de cargas paletizadas o en contenedores industriales diseñados para este fin desde las zonas de producción a las de almacenaje y, desde estas, a los vehículos de transporte a través de muelles de carga, principalmente. El hecho de tener un motor eléctrico le permite trasladar cargas de mayor peso y reducir el esfuerzo físico, pero su uso no está exento de riesgos para el operador, otros equipos, personas o instalaciones.

El objetivo de esta NTP es conocer las características de este equipo de trabajo, los riesgos asociados con su utilización así como las medidas preventivas para su control.

2.TRANSPALETAS ELÉCTRICAS

Definición y tipos

Son equipos de trabajo autopropulsados de tracción eléctrica, equipados con una horquilla de dos brazos unidos al chasis mediante soldadura. Disponen de un timón de dirección, tres puntos de apoyo más dos estabilizadores, en función del modelo.

Las transpaletas de conductor incorporado o sentado disponen de 4 puntos de apoyo, de ruedas de carga simples o dobles, de rueda motriz y de ruedas estabilizadoras laterales. La rueda de tracción es direccional y motriz y se maneja gracias a un brazo articulado denominado timón. La capacidad de carga puede variar desde los 500 a los 3000 kg. Existen diversos tipos y modelos, de los que cabe destacar los de operador a pie, con plataforma abatible, con plataforma fija o con conductor sentado (véanse figuras 1 a 5).

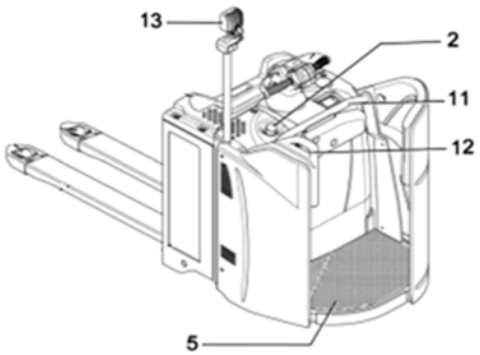
Figura 1. Transpaleta eléctrica tipo conductor acompañante.

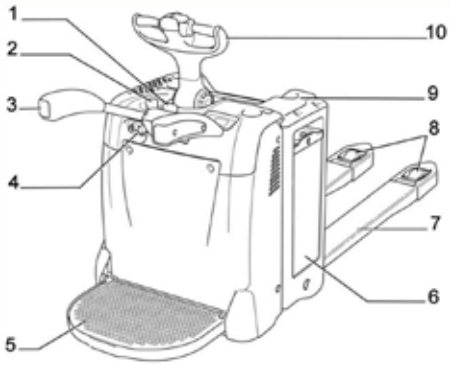
Figura 2. Transpaleta eléctrica tipo plataforma fija.

Figura 3. Transpaleta eléctrica tipo plataforma abatible.

Figura 4. Transpaleta eléctrica tipo condutor incorporado.

Figura 5. Transpaleta eléctrica tipo conductor sentado.





1. Lengüeta de desbloqueo de las protecciones laterales
2. Pulsador de parada de emergencia
3. Protecciones laterales
4. Conector de diagnóstico
5. Plataforma
6. Batería
7. Brazos de carga (horquillas de carga)
8. Ruedas de carga
9. Cubierta de la batería
10. Timón
11. Barra del compartimento del conductor suspendida
12. Asidero
13. Faro de trabajo

Figura 6. Partes principales de una transpaleta eléctrica.

Partes

Las partes principales de una transpaleta eléctrica, en este caso, del tipo con conductor montado a pie en el sentido de la marcha, se pueden ver en la figura 6.

Los detalles de distintos modelos de manillar o timón con los mandos de accionamiento se pueden ver en la figura 7.

Las distintas configuraciones que pueden tener las ruedas de tracción se pueden ver en la figura 8.

Figura 7. Detalle de modelos de manillar o timón con los mandos incorporados.

Figura 8. Detalle de distintas configuraciones de las ruedas de tracción y estabilizadoras (4 y 3 + 2 estabilizadoras).

Características

Las principales características de las transpaletas eléctricas son:

Técnicas

- Capacidad nominal de carga: Es la carga máxima en Kg. que puede manipular, elevar y apilar a una altura estandar de elevación y a una distancia y alcance del centro de carga estandar en posición normal (cdg a 600 mm).
- Altura de elevación: Es la altura máxima a la que puede elevar una carga (carrera entre 110 mm y 130 mm).
- Freno de estacionamiento: Sistema que permite bloquear el equipo con su carga nominal sobre una superficie dura, lisa y una pendiente mínima del 5 % con las horquillas descendidas.

Dimensionales

Las dimensiones del timón, horquillas, plataformas, etc., deben estar acordes con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 3691-5.

3. RIESGOS

Los principales riesgos de los distintos tipos de transpaletas eléctricas se indican diferenciando, por un lado, los riesgos comunes a todas ellas y, por otro, los riesgos específicos asociados a los distintos tipos de transpaletas.

Riesgos comunes

- Atrapamientos, debido a:
  - Incorrecta manipulación y/o conducción de la carga.
  - Realizar maniobras marcha atrás en proximidades de paredes, vallas, estanterías, etc.
  - Caída de la paleta por no introducirla completamente hasta los límites adecuados de las horquillas.
  - Superar la carga máxima admisible.
  - Unidad de carga sin flejar o retractilar, sobresaliendo de los límites de la paleta.
  - Circular por superficies en mal estado, pendientes superiores al 10 %, suelos irregulares, etc.
  - Subir o bajar por lugares no previstos y de forma incorrecta.
  - Realizar giros a velocidad excesiva.
  - Ruedas desprovistas de cubiertas de protección.

  - Manejo deficiente del equipo por falta de formación del operador.
- Atropellos de personas, debido a:
  - Falta de indicadores luminosos y/o acústicos que avisen de la presencia del equipo.
  - Presencia de trabajadores ajenos a la operativa en las proximidades de la zona de trabajo.
  - Fallos de los órganos de accionamiento, frenos, etc., por falta de mantenimiento y/o revisiones periódicas.
  - Falta de señalizaciones.
  - Falta de visibilidad por iluminación deficiente en el entorno de trabajo.
- Choques con otros equipos de trabajo, debido a:
  - Trabajo simultáneo y descoordinado de varios equipos de trabajo en zonas próximas entre sí, falta de señalización, etc.
  - Zonas no señalizadas para el tráfico de transpaletas y/o conductores.
  - Manejo del equipo deficiente por falta de formación suficiente del operador.
  - Fallos de los órganos de accionamiento, frenos, etc., por falta o deficiente mantenimiento y/o de revisiones periódicas.
  - Circular con la carga elevada o sobresaliendo de los límites laterales del equipo.
  - Iluminación inexistente o deficiente.
- Vuelco del equipo, debido a:
  - Circular por pendientes en diagonal, cerca de sus límites o con la carga en la dirección de la pendiente.
  - Cargas oscilantes o que superen los límites recomendados por el fabricante.
  - Exceso de velocidad en giros bruscos (carencia de formación/inexperiencia).
- Caídas al mismo nivel, debido a:
  - Deslizamiento del equipo por zonas sucias, con objetos, superficies irregulares, etc., que propician la caída del operador.
  - Utilizar el equipo con manos o calzado húmedo o con restos de sustancias.
  - Vertido de aceites u otras sustancias por el equipo de trabajo.
  - Pérdida del control del equipo por circular por pendientes superiores al 10% provocando problemas de frenado y estabilidad (véase figura 9).
  - Transportar personas sobre las horquillas o sobre una paleta descargada
- Caídas a distinto nivel del equipo y/o el operador, debido a:
  - Realizar trabajos de carga y descarga en muelles de carga sin las debidas precauciones (ausencia del vehículo de carga, rampa insegura o con una pendiente superior al 10 %, etc.).

Figura 9. Riesgo de caídas por circular por pendientes igual o superiores al 10%.

  - Utilizar una transpaleta con operador de pie, sin disponer de sendas protecciones laterales.
- Trastornos musculoesqueléticos debidos a:
  - Circular por rampas de pendiente superior al 10% y/o con un peso superior al máximo permitido, que obligue a realizar esfuerzos complementarios de empuje o retención.
  - Manipulación manual de cargas mal situadas sobre las horquillas o sobre la paleta.
- Incendio y explosión de la batería, debido a:
  - Proceso de carga de la batería sin respetar las normas de seguridad correspondientes recogidas en el manual de instrucciones del fabricante.
  - Realizar la carga en locales no provistos de protecciones ATEX de acuerdo con la norma UNE-EN 50272-3.
- Contacto con sustancias corrosivas en el proceso de carga de baterías de plomo-acido, debido a:
  - Recarga de las baterías sin seguir las normas de seguridad establecidas.
  - Derrame del ácido sulfúrico diluido desde el interior de la batería en su manipulación (recarga o manipulación incorrecta).
- Contactos eléctricos indirectos, debido a:
  - Fallo en el aislamiento del sistema eléctrico de la transpaleta.
  - Fallo en la resistencia de aislamiento de la batería.
- Quemaduras por contacto con fluidos diversos a alta temperatura, debido a:
  - Escapes (por fugas, rotura de tuberías o conductos, recipientes, etc.)

Riesgos específicos

Los distintos tipos de transpaletas pueden presentar unos riesgos específicos. Debe tenerse en cuenta que las medidas preventivas se han de aplicar conjuntamente con las correspondientes a los riesgos comunes.

- Transpaleta con conductor de pie
  - Aplastamiento marcha atrás
  - Atrapamiento de pies
- Transpaleta con conductor montado (versión plataforma abatible)
  - Aplastamiento marcha atrás.
  - Despedida del conductor por exceso de velocidad en curvas.
  - Atrapamiento de pies.
- Transpaleta con conductor montado (versión plataforma fija)
  - Despedida del conductor por exceso de velocidad en curvas.
- Transpaleta con conductor incorporado
  - Despedida del conductor por exceso de velocidad en curvas.
  - Vuelcos, impactos o atropellos por falta de visibilidad.
- Transpaleta con conductor sentado
  - Despedida del conductor por exceso de velocidad en curvas.
  - Vuelcos, impactos o atropellos por falta de visibilidad.
  - Vibraciones.
  - Trauma sonoro.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Las medidas de prevención y protección a adoptar frente a los riesgos derivados de la utilización de transpaletas eléctricas que se exponen a continuación se agrupan,

por un lado, en un conjunto de medidas derivadas de las características técnicas de seguridad y de equipamiento del propio equipo y, por otro las medidas de seguridad en base a los riesgos descritos.

Características técnicas y de equipamiento

Información para el usuario

Las transpaletas eléctricas deben disponer de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones. Las máquinas comercializadas y/o puestas en servicio por primera vez en la Unión Europea antes del 1 de enero de 1995 (no sujetas a Marcado CE ni a la Declaración CE de Conformidad) deben cumplir la reglamentación aplicable en la fecha en que se comercializaron y/o se pusieron en servicio.

En cualquier caso, el empresario deberá garantizar que el equipo cumple con las disposiciones mínimas del Anexo I 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.

Se debe indicar que la adecuación al Real Decreto 1215/1997 implica la redacción de un manual de uso para aquellas máquinas que no tengan manual de instrucciones.

Dispositivos e indicadores de seguridad

La transpaleta debe estar equipada con los siguientes dispositivos e indicadores de seguridad según la aplicación y el entorno de trabajo:

- Señal acústica de advertencia.
- Señal acústica o luminosa (véase figura 10).
- Faros delanteros
- Pulsador anti aplastamiento: Permite parar el equipo inmediatamente y salir en sentido opuesto a velocidad lenta (véase en la figura 11, núm. 6).
- Pulsador de parada de emergencia: Permite parar el equipo inmediatamente.

Figura 10. Señales luminosas instaladas en transpaletas electricas.

1. Timón de dirección
2. Inversor de marcha/acelerador
3. Mando del avisador
4. Mando de descenso de las horquillas
5. Mando de elevación de las horquillas
6. Pulsador anti aplastamiento (Inversor de seguridad)
7. Panel multifunción
8. Conexión de diagnóstico
9. Llave de contacto
10. Parada de emergencia

Figura 11. Órganos de accionamiento y de seguridad.

- Sistema que regula la velocidad según el ángulo de inclinación del timón.

Sistema de mando y órganos de accionamiento

Las partes que componen el sistema de mando y los órganos de accionamiento y de seguridad del equipo se pueden ver en la figura 11.

Medidas de seguridad

De forma general, las transpaletas deberán ser conducidas por operadores que hayan recibido una formación adecuada, sean aptos para el desempeño de esta actividad de acuerdo con su reconocimiento médico y hayan sido autorizados por el empresario.

Atrapamientos

- La paleta cargada se debe introducir hasta los límites previstos de las horquillas estando las mismas en su posición más baja y centrada (véase figura 12).
- No transportar cargas que superen la carga máxima admisible prevista por el fabricante.

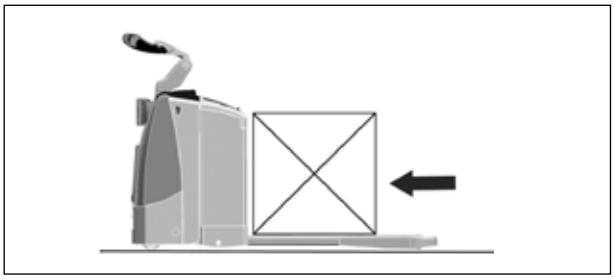


Figura 12. Introducción correcta de una carga.

- La unidad de carga transportada debe estar flejada, retractilada u otro sistema similar y no debe sobresalir de los límites de la paleta. La carga debe estar estable y que no pueda desplazarse.
- Para pasar por un obstáculo con mayor facilidad, se debe aumentar la distancia al suelo de las horquillas.
- No circular por superficies en mal estado, pendientes superiores al 10%, etc., que comprometen la estabilidad y la capacidad de frenado manual (véase figura 13).

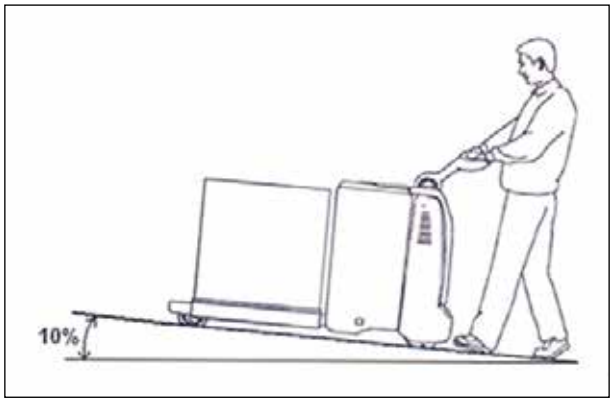


Figura 13. Pendiente máxima admisible de rampa.

- No subir o bajar por lugares no previstos y de forma incorrecta. En el paso por rampas, la transpaleta debe circular siempre de forma que la carga transportada se encuentre en la parte superior tanto en subida como en bajada (véase figura 14).
- Sólo pueden utilizarse de forma segura las pendientes marcadas como vías de tránsito compatibles con las especificaciones técnicas de la transpaleta.
- No circular por las pendientes perpendicularmente ni realizar un cambio de sentido de circulación.
- No estacionar el equipo en una pendiente.
- Reducir la velocidad al descender por una pendiente respetando en cualquier caso los límites definidos sobre las pendientes para transportes con carga y sin carga.
- La velocidad máxima de circulación debe ser la indicada por el fabricante en su manual de instrucciones en función del uso previsto y recomendación de los responsables de prevención de riesgos laborales en función de la aplicación.

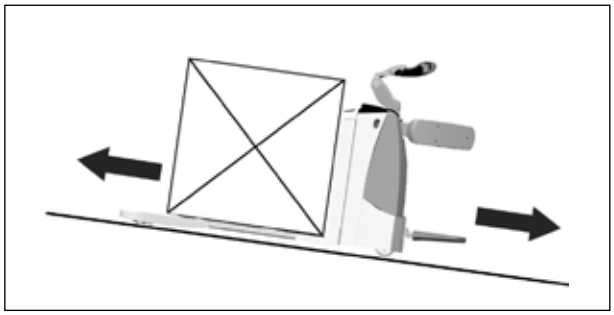


Figura 14. Posición de la carga en circulación sobre rampas.

Atropello de personas

- El equipo debe ir provisto de indicadores luminosos y acústicos que avisen de su presencia.
- La presencia de trabajadores a pie en las proximidades de las zonas de trabajo y circulación del equipo estará reducida a lo estrictamente necesario, siendo conveniente definir las zonas y prioridades de circulación.
- El operador de la transpaleta debe recibir una formación específica sobre el uso seguro del equipo.
- Los pasillos de circulación para los equipos de manutención deben tener las siguientes dimensiones:
  - Pasillo de sentido único: la anchura total de la transpaleta o de la carga (la que sea mayor) más 1 m.
  - Pasillo de doble sentido: el doble de la anchura de la transpaleta o de la carga (la que sea mayor) más 1,40 m.
- Los pasillos de servicio tendrán una anchura suficiente para permitir el tránsito seguro de las transpaletas.
- Los pasillos de circulación deben estar separados de los pasillos de peatones.
- Adecuar la velocidad a las características de los espacios de trabajo.
- El equipo debe someterse al mantenimiento y/o revisiones periódicas de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.
- El entorno de trabajo debe estar iluminado adecuadamente si se debe trabajar en horas nocturnas o con poca luz natural. Los niveles lumínicos serán acordes a lo que en este sentido dispone el RD 486/1997.

Choques con otros equipos de trabajo

- Siempre que deban trabajar simultáneamente varios equipos de trabajo en zonas próximas entre sí, los trabajos se deben coordinar para evitar las posibles interferencias entre los mismos. Siempre que sea posible se delimitarán los carriles de circulación.
- El operador de la transpaleta deberá recibir una formación específica sobre el uso seguro del equipo.
- Si se circula detrás de otro equipo se debe mantener una distancia de seguridad.
- La carga se debe llevar a una distancia máxima del suelo de 15 cm y no debe sobresalir de los límites laterales del equipo.
- El entorno de trabajo debería estar iluminado adecuadamente si se debe trabajar en horas nocturnas o con poca luz natural. Los niveles lumínicos serán acordes a lo que en este sentido dispone el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo.
- El equipo debe someterse al mantenimiento y/o revisiones periódicas de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

Caídas al mismo nivel

- No circular por superficies en mal estado, irregulares o resbaladizas.
- El suelo debe ser el adecuado para la circulación de las transpaletas.
- No utilizar la transpaleta con las manos y/o el calzado húmedo o con residuos de sustancias.
- No se debe circular por pendientes superiores al 10%
- No se debe transportar personas sobre las horquillas o una paleta sin carga.
- Permanecer en la posición adecuada en el puesto de conducción.
- En transpaletas sin protecciones laterales la velocidad máxima debe ser de 6 km/h.

Caídas a distinto nivel

- Los trabajos de carga y descarga en muelles de carga deben efectuarse siguiendo un procedimiento de tra-

bajo seguro, que contemple la realización de los trabajos estando el vehículo de transporte posicionado y frenado.
- Instalar una rampa en caso de tener que salvar un desnivel entre la superficie del muelle y el del vehículo de transporte. La rampa no debe tener una pendiente superior al 10 %.
- Los vertidos de aceite se deben recoger inmediatamente con aglutinantes y ser eliminados de las zonas de circulación.

Trastornos musculoesqueléticos

- No circular por rampas de pendiente superior al 10% y/o con un peso superior al máximo permitido que obligue a realizar esfuerzos complementarios de empuje o retención.
- No intentar recolocar manualmente una carga mal situada sobre las horquillas.

Incendio y explosión

En el proceso de carga de las baterías se deberán seguir las instrucciones del fabricante. De forma general, se deben seguir los siguientes pasos:
- Inmovilizar la carretilla cerca del puesto de carga, bajar las horquillas, cerrar el contacto, retirar la llave y apretar el pulsador de paro de emergencia.
- Abrir la tapa del compartimento de la batería y desconectarla.
- Mantener la tapa abierta durante toda la carga.
- Conectar la batería al cargador y poner en funcionamiento el mismo.
- Cerrar la tapa y comprobar el estado de la carga en el indicador de la propia máquina antes de ser utilizada.

Al margen de las normas de carga, se deben mantener en buen estado los elementos de la batería tales como, los tapones de respiración, niveles del electrolito, bornes no sulfatados (presencia de sal blanca), aislantes de los cables de conexión, estado de la lengüeta de enclavamiento del conector de la batería, etc.

Los locales específicos de carga de las baterías deben cumplir con las siguientes condiciones:
- Tener una instalación eléctrica de acuerdo con la norma UNE-EN 50272-3.
- Las baterías deben situarse en lugares elevados sobre bandejas o soportes aislantes y antiácidos.
- Los suelos deben ser impermeables.
- Disponer de duchas y lavaojos.
- Prohibido fumar y utilizar útiles que produzcan chispas.
- Señalizar los peligros.
- Ventilación adecuada.
- Cumplir con el Real Decreto 681/2003, sobre la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de la existencia de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Contacto con sustancias corrosivas

- Recargar de las baterías siguiendo las normas de seguridad en la recarga y manipulación de las mismas.

Contactos eléctricos

- Comprobar el aislamiento del sistema eléctrico como mínimo una vez al año, según las normas y recomendaciones siguientes:
  – Apartado 4.9.5 de la norma UNE-EN ISO 3691-1.
  – Los requisitos eléctricos contenidos en la norma UNE-EN 1175-1.

Quemaduras por contacto con fluidos

- Utilizar EPI adecuados, sobre todo guantes de protección.
- Los vertidos de aceite se deben recoger inmediatamente con aglutinantes y ser eliminados de las zonas de circulación.
- En caso de escape de líquidos hidráulicos se debe evitar que entren en contacto con piezas del motor calientes o con alguna parte del cuerpo del operador.

Vibraciones

- Diseño ergonómico de los asideros, plataformas, asientos, etc.
- Evitar o reducir la generación de vibraciones en su fuente.
- Guantes antivibratorios.
- Reducción de los tiempos de exposición.

Trauma sonoro

- Reducir la producción de ruido en el origen.
- Utilizar equipos de protección auditiva.

5. NORMAS PARA LA UTILIZACIÓN SEGURA DE TRANSPALETAS ELÉCTRICAS

En la tabla 1 se indican las normas de utilización segura en función de cada una de las fases de utilización de una transpaleta eléctrica.

Estas normas, y otros aspectos de seguridad y salud en la tarea realizada con el equipo de trabajo, pueden redactarse a modo de instrucciones de seguridad para los trabajadores, con objeto de evitar accidentes.

6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

En función del resultado de la preceptiva evaluación de riesgos y del contenido del manual de instrucciones, puede ser necesario el uso de los siguientes EPI: pantalla facial, guantes cubre brazos y ropa adecuada.

7. FORMACIÓN

El operador de una transpaleta debe tener la formación en prevención de riesgos laborales, según lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. Además, deberán realizar una formación específica para la conducción segura de los equipos de trabajo de acuerdo con el RD. 1215/1997. En este sentido, puede ser útil el contenido de la norma UNE 58451 relativa a la formación de operadores de carretillas de manutención.

8. MANTENIMIENTO E INSPECCIONES

El mantenimiento adecuado de todo equipo industrial tiene como consecuencia directa una considerable re-

ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS	DURANTE LOS TRABAJOS	AL FINALIZAR LOS TRABAJOS
• Conectar la batería comprobando la polaridad de las conexiones y que están en buen estado. • Comprobar que todos los mandos y dispositivos de seguridad responden correctamente (Pulsador de seguridad de inversión del sentido de la marcha, bocina, parada de emergencia, frenos, etc.) • Funcionamiento del freno. • Ausencia de derrames de fluidos. • Estado de las ruedas y de las horquillas (ausencia de dobleces, grietas o desgaste significativo). • En caso de detectar cualquier anomalía o deficiente funcionamiento se debe inmovilizar el equipo, comunicarlo al responsable indicando la avería y, si procede prohibir su uso. • Estado de las pegatinas de información.	• No conducir subido sobre las horquillas, sentado en el cofre de la batería, en los protectores laterales, etc. • El suelo de las zonas de trabajo debe ser llano y en buen estado. La pendiente máxima de las rampas no debe sobrepasar el 10 %. • Comprobar que la paleta está en buen estado, adecuada a la unidad de carga a manipular y que la misma esté asegurada (por ej. flejada, retractilada, etc.). • No utilizar la transpaleta para realizar funciones o trabajos para los que no está diseñada, como puede ser el transporte de personas. • No utilizar ascensores o montacargas sin comprobar que pueden soportar el peso y volumen del equipo con su carga y acceder adecuadamente a ellos. • El peso de la carga a manipular no debe sobrepasar la capacidad de carga máxima del equipo manteniendo la posición correcta en las horquillas. • Nunca se deben situar las extremidades debajo de la carga levantada. • Comprobar la estabilidad de la carga una vez cargada. • No circular arrastrando la paleta. • Al girar se deben extremar las precauciones, sobre todo si la carga es voluminosa. • Circular en sentido contrario a la carga. • Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en las zonas de operación o sus proximidades. • No subir ni bajar del equipo estando en movimiento. • No bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto. • Circular siempre en la dirección que garantice la visibilidad correcta del trayecto a recorrer y, si no es posible, se debe circular marcha atrás. • Al depositar la carga, no obstaculizar elementos de protección contra incendios (por ej. extintores, bocas de incendios, etc.), salidas de emergencia, botiquines, etc.	• Nunca se debe dejar la transpaleta con el motor en marcha. • Estacionar e inmovilizar el equipo: a) Fuera de la zona de trabajo o de las vías de circulación en terreno horizontal. b) Si se estaciona en pendiente, se debe estacionar de forma perpendicular a la pendiente cuidando de que el suelo sea estable, que no haya riesgo de deslizamiento y que el vehículo quede frenado. • Quitar el contacto y retirar la llave. • Abrir la tapa de la batería y desconectarla. • Si se ha de recargar la batería seguir las instrucciones indicada en el apartado sobre medidas preventivas sobre el riesgo de incendio y explosión.

Tabla 1. Normas para la utilización segura de transpaletas eléctricas en función de la fase de uso.

ducción de averías, lo cual a su vez hace disminuir en la misma proporción la probabilidad de que se produzcan accidentes provocados por aquellas. Tiene por ello gran importancia realizar el mantenimiento preventivo tanto del propio equipo como de los elementos auxiliares.

En los trabajos de mantenimiento se deben seguir las siguientes normas de seguridad:

- No utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección individual adecuados.
- Estacionar la transpaleta en terreno llano, con el motor parado, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Las inspecciones se deben realizar de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante, siendo conveniente hacerlo una vez al año o cada 1000 h. o después de que se haya producido algún incidente relevante. En este sentido pueden seguirse las recomendaciones contenidas en el documento FEM 4004 y en la norma UNE 58452. El resultado de las inspecciones debe estar documentado, registrado y mantenerse a lo largo de la vida útil del equipo de trabajo.

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 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 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 681/2003, sobre la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de la existencia de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

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. Edición 2011. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

UNE-EN ISO 3691-1:2015. Carretillas de manutención. Requisitos de seguridad y verificación. Parte 1: Carretillas de manutención autopropulsadas, distintas de las carretillas sin conductor, carretillas de alcance variable y carretillas transportadoras de carga. **AENOR.**

UNE-EN 1175-1:1998+A1:2011. Seguridad de las carretillas de manutención. Requisitos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales para carretillas alimentadas por baterías. **AENOR.**

UNE-EN-ISO 3691-5:2015/AC:2016. Carretillas de manutención. Requisitos de seguridad y verificación. Parte 5: Carretillas conducidas a pie. **AENOR.**

UNE-EN 16307-5:2013. Carretillas de manutención. Requisitos de seguridad y verificación. Parte 5: Requisitos suplementarios para carretillas conducidas a pie. **AENOR.**

UNE-EN 58451:2016. Formación de los operadores de carretillas de manutención hasta 10.000 kg. **AENOR.**

UNE-EN 58452:2017. Guía para las comprobaciones periódicas de seguridad de las carretillas de manutención. **AENOR.**

UNE-EN 13059:2002 + A1:2008: Seguridad de las carretillas de manutención. Métodos de ensayo para la medición de vibraciones. **AENOR.**

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

UNE-EN ISO 10819:2014. Vibraciones mecánicas y choques. Vibraciones mano-brazo. Método para la medida y evaluación de la transmisibilidad de la vibración por los guantes a la palma de la mano. **AENOR.**

UNE-EN 50272-3:2004. Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 3. Baterías de tracción. **AENOR.**

FEM 4004. Periodic Inspection of Industrial Trucks. **Federación Española de Manutención**

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.132

Ingeniería de la resiliencia: conceptos básicos del nuevo paradigma en seguridad

Resilience engineering: basic concepts of the new security paradigm
Ingénierie de résilience: concepts de base du nouveau paradigme de sécurité

Autor:

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

Elaborado por:

Juan Carlos Rubio Romero
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Manuel Bestratén Belloví
CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSST

Esta Nota Técnica de Prevención resume los nuevos conceptos sobre la ingeniería de la resiliencia, que reconsideran como afrontar el aprendizaje del buen funcionamiento de los procesos productivos a fin de enriquecerlos con la variabilidad en que se desarrollan, y no limitarlos solo al conocimiento de los aspectos negativos y desviaciones indeseadas de los mismos.

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

Los sistemas socio técnicos, que son aquellos que estudian la interacción de las personas con la tecnología en ambientes industriales y analizan sus consecuencias psicológicas y culturales, son cada vez menos lineales y más complejos, por lo que los modelos de análisis de la siniestralidad clásicos, lineales, explican cada vez con menor precisión la realidad. En consecuencia, los métodos y herramientas desarrollados hasta el momento, basados en tales modelos clásicos, no resultan suficientemente útiles en muchas situaciones, que cada vez son más generalizadas. En este contexto, surge el modelo sistémico de accidentes, que los considera fenómenos emergentes, y la resiliencia como la característica del desempeño que puede ayudar a mejorar la seguridad.

El término resiliencia procede del latín “resilio”, que significa volver atrás, volver en un salto, rebotar. El término resiliencia, se origina a principios del siglo XIX por la Royal Navy británica, para explicar la propiedad de algunas maderas que son capaces de soportar cargas importantes, sin llegar a romperse. Se trataba por tanto de una característica o propiedad de los materiales. Ciento cincuenta años más tarde el ecologista Crawford Holling en referencia a la ecología de sistemas propuso que éstos podrían ser descritos en términos de dos propiedades, la estabilidad y la resiliencia, esta última definida como la capacidad de absorber cambios, mientras que la primera se definía como la propiedad de volver al estado de equilibrio tras una disrupción. Además de en los campos anteriores, en Psicología lo define la Real Academia Española, como la capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas.

En esencia, los dos conceptos de resiliencia más comunes y que parecen estar en conflicto en ocasiones, son por un lado el influido inicialmente por la ecología de sistemas, más pasivo y reactivo, y el influido por la organización o administración de empresas, más activo.

En materia de seguridad, el concepto se ha utilizado como Ingeniería de la Resiliencia, y en él las connotaciones reactivas prevalecieron en principio, herencia del enfoque tradicional de la seguridad definida como la ausencia de daño, y cuyas principales medidas han ido dirigidas a evitarlo y a controlar el riesgo que lo origina. En este sentido, la ingeniería de resiliencia ha sido vista en el pasado como la habilidad para reaccionar a, y para recuperarse de, disrupciones, con la menor afección a su estabilidad. Sin embargo, puesto que las organizaciones son intencionales, y están configuradas con gente (personas, trabajadores o equipos), materiales y actividades e información que sirven para alcanzar unos objetivos, estas no sólo deben responder cuando algo negativo ocurre, sino también antes de que acontezca. Es decir, dar una respuesta a la mera existencia de peligro y no solo cuando se materializa. Además, esta reacción previa puede significar tanto sobrevivir como incluso desarrollarse. Los ecosistemas también aprovechan las oportunidades cuando se presentan, pero con la diferencia de que las empresas pueden buscarlas y anticiparse de forma activa, e incluso generarlas.

Así, el concepto de Ingeniería de la Resiliencia (o Resilience Engineering en inglés), no se origina con este sentido dicotómico de la resiliencia, sino todo lo contrario, se trata de que las cosas que ocurren mal lo hacen de la misma manera que las que ocurren bien. Con tal enfoque, más que como propiedad o cualidad, el énfasis en los riesgos y amenazas y el mantenimiento de un estado estable ha ido focalizándose en las condiciones esperadas o no esperadas, y la habilidad para mantener y mejorar de manera continuada la producción con la calidad requerida. El principio de mejora continua debe impregnar al sistema de gestión en general y al sistema productivo en particular. Y ello obliga a una revisión permanente de la manera de trabajar para mejorarla con la aportación del personal afectado. Buscando un símil, si en una calzada por la que transcurre una carrera ciclista

aparece un adoquín en medio de la calzada, la organización resiliente buscaría tener preparado un equipo para los primeros auxilios, recambios para la bicicleta y ayuda para que si un ciclista se accidenta pueda continuar su carrera lo mejor posible. La Ingeniería de la Resiliencia buscaría que no apareciese el adoquín, sin olvidar de prepararse para actuar en el momento que aparezca, para poder esquivarlo a tiempo.

La Ingeniería de la Resiliencia surge con impulso en 2006 como un movimiento colectivo al publicarse las actas del congreso celebrado en Suecia en 2004 (Hollnagel et, al, 2006), liderado por Hollnagel, Woods y Levenson. También sin duda es un movimiento individual liderado por los propios Erik Hollnagel y David Woods, que partieron del *Cognitive Systems Engineering* (CSE en adelante) reformulándolo. Otros autores como Sidney Dekker han contribuido también al desarrollo de la Ingeniería de la Resiliencia. Algunos críticos indican que en esencia el concepto es similar al de Organizaciones Altamente Fiables (HRO en inglés).

La Ingeniería de la Resiliencia la redefinió Hollnagel en 2014 como la habilidad intrínseca de un sistema para ajustar su funcionamiento, antes, durante, y después de cambios y perturbaciones, de forma que pueda mantener los requerimientos de producción bajo condiciones tanto esperadas como no esperadas (Hollnagel, 2014). Woods por su parte lo define como el paradigma de gestión de la seguridad que se centra en "cómo ayudar a las personas a lidiar con la complejidad bajo presión para lograr el éxito" (Woods, 2005). Hollnagel vuelve a definirla en 2018 indicando que la Resiliencia es una expresión de cómo la gente, sola o en compañía, se enfrenta con situaciones a diario, más grandes o más pequeñas, mediante el ajuste de su comportamiento a estas condiciones.

La Ingeniería de la Resiliencia por tanto es un nuevo paradigma en la seguridad en el que más que la búsqueda de los fallos, se busca aprender del funcionamiento normal y exitoso (seguro) en mejorar el desempeño mediante la variabilidad, en facilitarla más que a constreñirla, con el fin de alcanzar el éxito.

2. LOS MODELOS SECUENCIALES Y EPIDEMIOLÓGICOS DE ACCIDENTE

Como decíamos, la Ingeniería de la Resiliencia considera que los modelos de accidentes que veníamos manejando están siendo superados, de ahí la necesidad de aportar en esta Nota Técnica de Prevención una breve revisión de estos modelos desde la perspectiva de la Ingeniería de la Resiliencia, para la cual, estos modelos no representan bien la realidad de los sistemas socio técnico complejos. Esto no significa que no puedan aún ser útiles, si bien su utilidad irá decreciendo pues la complejidad de los sistemas socio técnicos irá creciendo. No creemos necesario explicar con detenimiento la importancia que los modelos conceptuales y teóricos tienen para una ciencia, pero recordemos que la ciencia se basa en modelos sobre cuyos fundamentos se desarrollan métodos, técnicas y herramientas que nos ayudan a avanzar en el conocimiento y por ende a mejorar nuestra sociedad. En los modelos teóricos que asumimos se asientan los métodos que utilizamos para resolver los problemas prácticos, de forma que si los modelos no responden a la realidad con la suficiente precisión, podemos estar utilizando métodos ineficaces, al menos para determinadas situaciones. Como ejemplo, la mecánica de Newton nos ayuda a resolver multitud de problemas de ingeniería mecánica pero no es válida para otros problemas, para los que necesitamos la mecánica cuántica o la relativista.

En materia de las ciencias de la seguridad, la mayor parte de modelos y teorías han sido desarrollados normalmente a partir del análisis de accidentes que usualmente denominamos industriales o mayores, tales como los accidentes nucleares, de la industria química, de aviación o espaciales, de tráfico ferroviario, etc. La evolución de estos modelos partió de los modelos de causa raíz y de Heinrich de principios del siglo XX basados en los fallos de tipo técnico, para posteriormente tras el accidente de la central nuclear de Three Miles Island en 1979 potenciarse la teoría del error humano, y tras el accidente de Chernobil y el del transbordador Challenger en 1986, impulsarse la teoría de la Cultura de Seguridad y de los Fallos de tipo Organizacional.

Así, los modelos de accidentes que venimos utilizando en el *estatus quo* actual podemos resumirlos en dos grandes tipos, los modelos secuenciales o lineales simples, cuyo exponente más representativo podría ser el modelo de Heinrich (comúnmente denominado Modelo de las Fichas de Dominó), y los modelos epidemiológicos, o lineales complejos, representados por el modelo de Reason (o modelo de los Quesos Suizos). Ver fig, 1 y 2. Son los modelos que vienen a resumirse denominándolos como *SAFETY I*. Ambos tipos de modelos asumen que un accidente no es más que una disrupción de un sistema naturalmente estable. Por lo tanto, ya sea encontrando la ficha de dominó débil y eliminándola, o en el caso com-

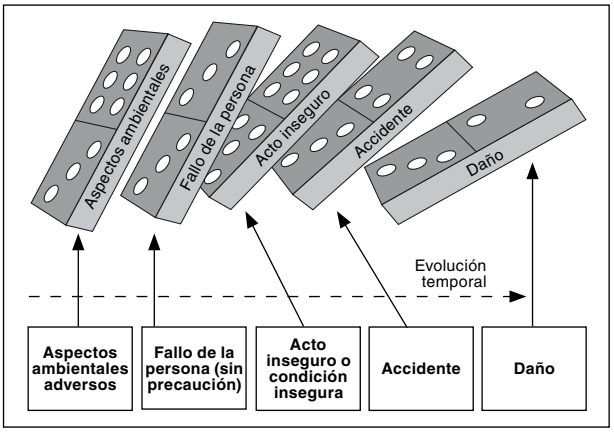


Figura 1. Modelo de Causalidad Simple Lineal de Heinrich (Dominó).

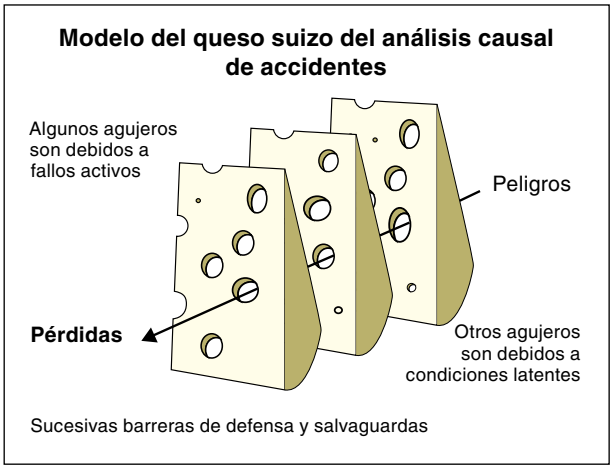


Figura 2. Modelo de Causalidad Complejo Lineal de Reason (Queso Suizo).

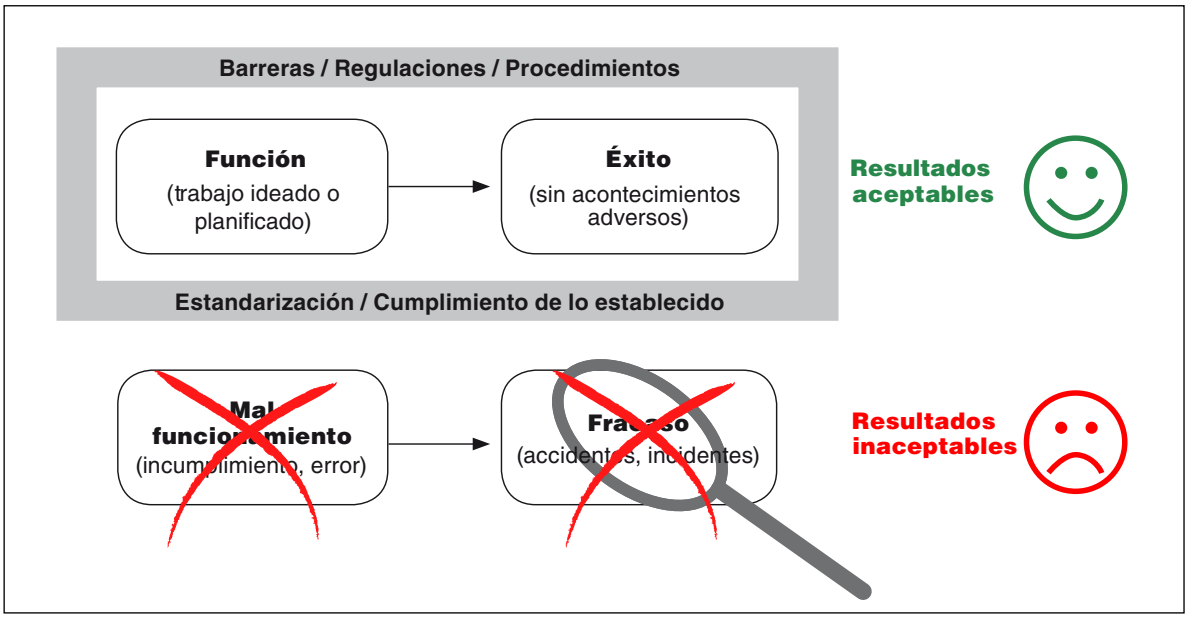


Figura 3. Forma de actuación conforme al "modo ideado o diseñado" en los modelos clásicos de siniestralidad o Safety I (Hollnagel).

plejo, tapando los agujeros del queso, referido a las interrelaciones entre los actos inseguros y las debilidades de las barreras o defensas representadas, podremos llegar a tener sistemas seguros. Ambos modelos presuponen el accidente como un fenómeno de tipo resultante, es decir, que puede predecirse a partir de sus partes constituyentes. El accidente es visto en estos modelos como el resultado de una combinación lineal, simple o compleja, de eventos.

Según estos modelos, cuando los accidentes o riesgos son analizados, encontramos frecuentemente que la tecnología, materiales, organización o procedimientos no eran los adecuados, o que los trabajadores no contaban con la experiencia, conocimientos o actitud necesaria. El fallo por tanto se considera explicado y las medidas suelen ir dirigidas a constreñir y reducir la variabilidad. El funcionamiento correcto, por lo tanto se produce cuando los procedimientos son minuciosos, actualizados, y exhaustivos. Igual razonamiento utilizamos para los materiales y la tecnología que deben ser de gran fiabilidad. También asumimos que las organizaciones y gestores deben estar siempre vigilantes y que los trabajadores se deben comportar siempre como han sido entrenados. Presuponemos que los diseñadores son capaces de idear, anticiparse, planificar y prever incluso las contingencias más pequeñas. En este contexto, los humanos pueden cometer errores, como las máquinas pueden fallar, y en este sentido son una responsabilidad.

En definitiva, estos modelos buscan el cumplimiento en el "modo" diseñado. Siempre buscamos constreñir mediante barreras, procedimientos, normalización, regulación, etc. Se trata de modelos normativos/prescriptivos. El objetivo es asegurar que no tengamos resultados adversos, ya sea evitar que se repita un accidente o que pueda llegar a producirse a partir de un riesgo identificado. Buscamos causas y tratamos de evitarlas. Se trata de un enfoque reactivo que reacciona al hallazgo negativo. Cuando el accidente ha ocurrido siempre podemos encontrar una o más causas, normalmente deficiencias en la tecnología, en la organización, en los procedimientos o en la actuación de las personas. (Ver fig. 3)

3. EL MODELO NORMAL SISTÉMICO NO LINEAL Y LA INGENIERÍA DE LA RESILIENCIA

En la última década han vuelto a suceder un buen número de accidentes mayores, Bouncifiel, 2005, Río París 2009, Deepwater Horizon en 2010, Fukushima 2011, o Costa Concordia 2012, que parecen indicarnos que no hemos mejorado lo suficiente. La realidad es que la economía ha cambiado mucho en las últimas décadas, así como la manera de producir, altamente tecnificada. Los trabajos simples y rutinarios los hacen cada más las máquinas y la robótica, y las personas deben realizar tareas cada vez más complejas en las que se requiere mayor concentración y aporte intelectual. Entre otras cuestiones, la globalización ha traído fusiones, privatizaciones, nuevas regulaciones, mayor escrutinio de la sociedad en asuntos sociales y medio ambientales, incremento sustancial de la deslocalización y de la subcontratación en las empresas, estructuras organizativas planas, matriciales y descentralizadas, empresas en red, uso masivo de las TIC, etc. En definitiva, el medio ambiente de trabajo ha cambiado drásticamente, y sin embargo seguimos utilizando básicamente los mismos modelos de análisis de accidente, como si fuesen válidos, cuando los supuestos de los modelos anteriores ya no son válidos siempre, y cada vez lo serán menos.

Pero las ideas que subyacen en los nuevos modelos no surgen de golpe. Los orígenes hay que buscarlos en la obra de Charles Perrow sobre accidentes normales (Perrow, 1984), del propio Reason y de Rassmusen. Se trata de modelos de tipo sistémico, conforme a Bertanlanffy, de tipo contingente, frente a los modelos reduccionistas y analíticos anteriores en el sentido de Descartes.

Charles Perrow explicaba ya en 1984 al analizar Three Miles Island que los accidentes normales en un sistema socio técnico particular complejo, pueden ser frecuentes o raros, pero son normales, y como ejemplo decía que para los humanos es normal morir y sólo ocurre una vez. El estableció las bases de los actuales modelos sistémicos y de la Ingeniería de la Resiliencia, aunque con un enfoque pesimista, que ahora no se comparte. Según

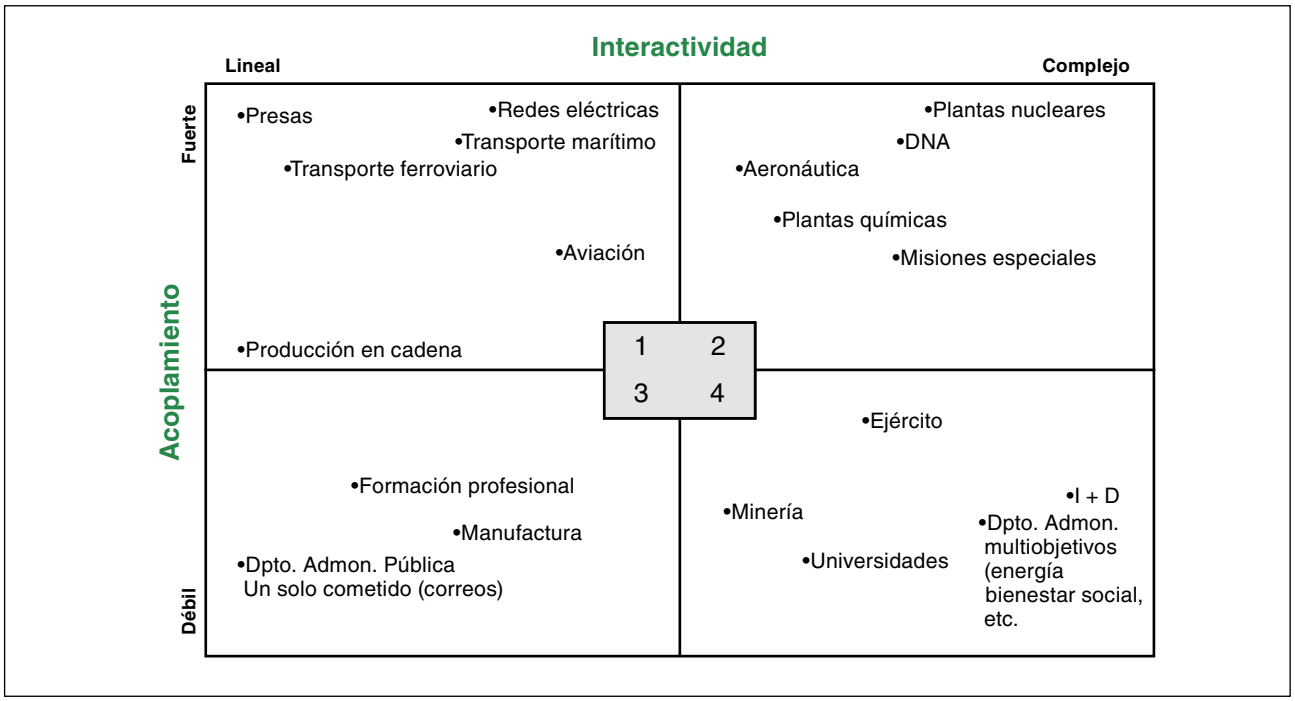


Figura 4. Clasificación de actividades productivas conforme al nivel de acoplamiento y de interactividad según Perrow en 1984.

Perrow, las interacciones imprevistas en los accidentes sistémicos podían ser descritas por dos dimensiones, el "acoplamiento" y la "interactividad". El acoplamiento describe el grado en el cual los subsistemas, funciones y componentes de un sistema tendrán probables conexiones, por dependencias entre unos y otros subsistemas, funciones o componentes. El acoplamiento variará entre débil y fuerte. La interactividad por otro lado describe el grado en el cuál los eventos en el sistema se desarrollan en formas que son esperadas o inesperadas, y va de lineal o esperada, a compleja o inesperada. En base a estas dimensiones, clasificaba las actividades industriales de aquel momento como se ve en la figura 4. Según ello, los accidentes serían tanto más "evitables o controlables" cuanto menos compleja fuera la interactividad y menos fuerte fuera el acoplamiento.

Otros autores como Rassmusen ya trataban los accidentes como sistémicos y reemplazaban la idea de error y fallo por la de variabilidad y adaptación, así como que los accidentes podían ser vistos como acontecimientos normales.

El enfoque sistémico de la Ingeniería de la Resiliencia, denominado como SAFETY II (Fig. 5 y 6), es más una revolución que una evolución, y rompe con el pasado a un nivel epistemológico, explicando los accidentes como

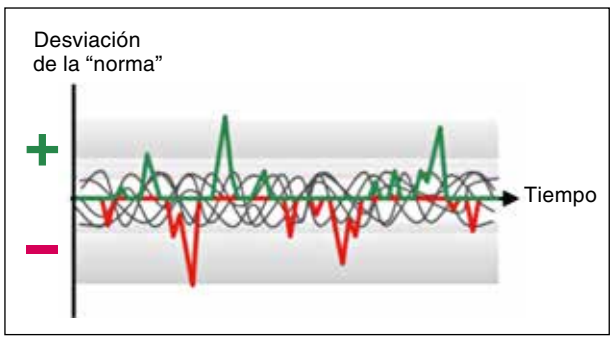


Figura 5. Modelo de Causalidad Complejo No Lineal Sistémico.

combinaciones inesperadas (o agregación de eventos), también denominada "concurrencia" o "resonancia" que conducen a la "emergencia" de un suceso no deseado. Este modo de pensar, no es solo diferente al establecido en los modelos clásicos, si no que entra directamente en conflicto con muchas de las asunciones de éstos, y por tanto son antitéticos. El accidente no es para estos modelos un fenómeno resultante que puede predecirse a partir de sus partes o elementos, si no que se considera un fenómeno emergente, browniano, que no puede serlo. Este modelo reconoce que los sistemas son siempre variables, debido tanto a la variabilidad del ambiente (exógena) como a la variabilidad de los subsistemas que lo componen (endógena). La variabilidad endógena es atribuible en gran medida a las personas, tanto a nivel individual como grupal. Sin embargo, esto no implica en ninguna medida que el desempeño humano sea erróneo o fallido, sino al contrario, el desempeño variable además de inevitable es muy necesario para alcanzar el éxito al encarar la complejidad del mundo real bajo el susodicho proceso de mejora continua con personas altamente "competentes" que lo hacen posible.

Así, en este nuevo paradigma, el "Desempeño Normal" es distinguido del "Desempeño Normativo". No se hacen los trabajos siguiendo al detalle los procedimientos y protocolos que además no pueden ser exhaustivos, si no que se realizan ajustes que no son caprichosos, sino necesarios ante la complejidad no predecible enteramente y se desarrollan variaciones que debieran ser asumibles sobre lo normalizado. Los resultados obtenidos así, difieren en ocasiones de lo que se esperaba o de lo que se requería normativamente, si bien casi siempre exitosamente. Las acciones "normales" alcanzan el éxito precisamente porque la gente es capaz de ajustar su comportamiento a las condiciones locales, ya que los recursos -la información y el tiempo- son finitos, y los ajustes casi siempre serán el resultado de un análisis limitado de las condiciones de trabajo en tiempo real, más que de un análisis completo de las mismas. De hecho, la gente, y en el contexto laboral los trabajadores, aprenden rápido a anticiparse

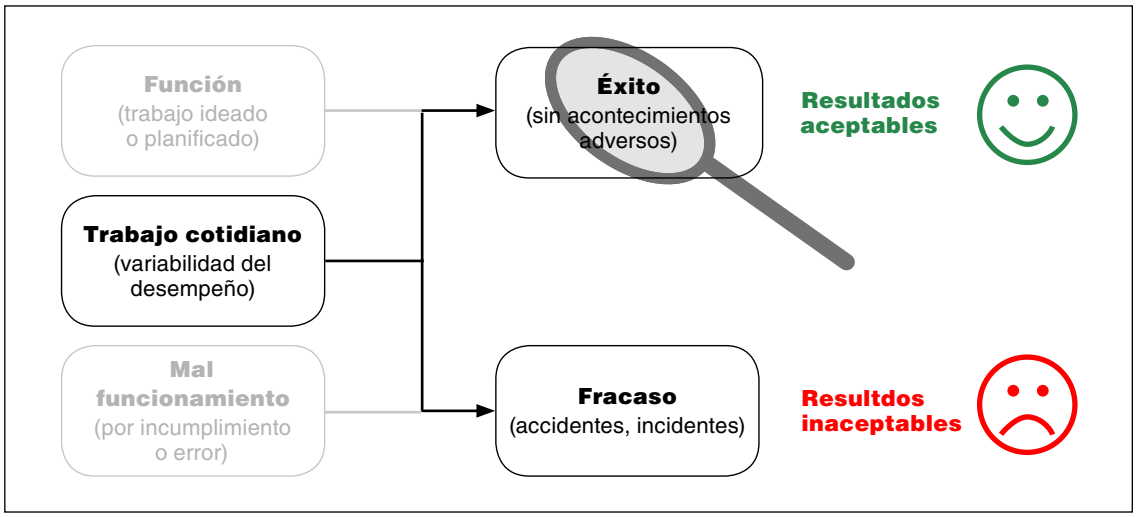


Figura 6. Modelo de actuación del modelo de siniestralidad de la Ingeniería de la Resiliencia, o Safety II (Hollnagel).

a lo no esperado, recurriendo a las variaciones y a los ajustes, lo que les permite ser proactivos y resolver los problemas a medida que van surgiendo con la experiencia que van acumulando. Puesto que este es el modo habitual de actuar, las acciones fuera de lo reglado no pueden, por definición, calificarse de erróneas. Hay que considerar que a nivel del desempeño humano individual, la optimización local o los ajustes son la norma más que la excepción. De hecho, la adaptabilidad y flexibilidad del trabajo humano es precisamente la razón de su eficiencia, y lo que permite salvar tiempo que será necesario para evaluar las situaciones futuras ante las que actuar y alcanzar así el éxito en el desempeño. Los fallos ocurren cuando los ajustes salen mal, pero tanto las acciones como los principios del ajuste son técnicamente correctos. Así, esta adaptabilidad y flexibilidad del trabajo humano es la razón de no alcanzar el éxito siempre, aunque rara vez sea la "causa" de estos fallos. En todo caso, la variabilidad es inevitable y debe reconocerse como la clave del éxito tanto como del fallo, es la forma en que se puede asegurar que las cosas vayan bien. Esto no significa que en el caso de los riesgos graves previsibles no deban extremarse las medidas con rigor, incluyendo el nivel de competencia requerido de los trabajadores.

Además, la complejidad es tal en muchos casos que no es posible establecer procedimientos que eliminen toda variabilidad, por su propia naturaleza. Es algo que ya sabíamos y se explica cuando se estudia la administración de empresa, pero Hollnagel nos lo recuerda con tres ejemplos sencillos. Así, la resolución de un atascamiento de una fotocopiadora es factible de planificarse en una instrucción del mayor detalle. Esto no es posible si queremos estandarizar el viaje en coche desde el trabajo a casa, pues la variabilidad del contexto lo haría imposible. No es factible considerar todas las posibles contingencias en ese desplazamiento, como la inundación de una vía, una obra inesperada, un accidente que obliga a tomar una vía alternativa, encontrarse indispuesto o fatigado, etc. Aún más complicado resultaría realizar una instrucción sobre cómo encarar todas las posibles actuaciones ante todas las diferentes potenciales contingencias de una emergencia exterior, por ejemplo, química o nuclear. Conforme a este paradigma, seguir los procedimientos al pie de la letra es insuficiente y podría incluso llegar a ser inseguro. Los ajustes son por tanto una condición *sine qua non,* y no pueden evitarse eliminando la variabilidad.

Así, hemos de asumir que tanto los fallos como los éxitos ocurren de la misma forma. Por lo tanto, debemos hacer los mayores esfuerzos en asegurar que las cosas vayan bien, pues así reduciremos las que puedan ir mal. No buscaremos por tanto solo las causas de lo que va mal en eventos singulares, sino patrones y relaciones entre eventos que puedan conducir a resultados no esperados. Reason decía, que error y éxito son dos lados de la misma moneda, y que una adecuada teoría del error, necesariamente, necesita una mejor comprensión del éxito. Hollnagel dice lo opuesto, que necesitamos comprender bien los factores del éxito para poder comprender mejor el error.

Ante esta realidad pertinaz que la Ingeniería de la Resiliencia reconoce como normal, el enfoque adecuado pasa por respaldar los ajustes que deben realizarse y que son necesarios, y gestionar esta variabilidad identificándola, analizando cómo puede propagarse y resonar a través de las diferentes funciones organizativas; monitorizándola y controlándola; propugnando sistemas con límites flexibles y tolerantes a los fallos; buscando que los trabajadores sean conscientes de estos límites mediante la formación adecuada e indicadores que permitan reconocerlo.

Por supuesto, a nadie se le escapa la dificultad de analizar las cosas que van bien. Esto es así porqué lo habitual ha sido pensar en términos de causa-efecto, por lo que resulta muy difícil prestar atención a las cosas que van bien. Además de esto, está el proceso de "habituación". El hábito disminuye la atención consciente con las cosas que hacemos. Es un mecanismo natural en los seres humanos. Pero los casos que van mal son muy escasos, y por lo tanto, son una fuente de información muy limitada. Frente a esto, los casos que van bien son la gran mayoría y representan una enorme fuente de información. Pero tenemos otros problemas adicionales para estudiar lo que va bien. Normalmente parecerá una pérdida de tiempo para muchos, el propio trabajador, la empresa, la administración, realizar un esfuerzo en lo que ha ido bien, es común y esperado. El legislador se centra lógicamente en las cosas que van mal. Como resultado de estas dificultades, disponemos de muchísima información sobre lo que puede ir mal, y lo que hay que hacer para evitarlo, puesto que el principio imperante hasta el momento es "Encuentra y arregla, busca fallos, encuentra causas y elimínalas, o mejora las barreras y las defensas.

Hay que tener en cuenta que cuando las cosas van bien:

- No hay diferencia entre lo esperado y los hechos, y nada atrae a priori la atención.
- No tenemos motivación para intentar aprender porque las cosas van bien, pues obviamente van bien porque el sistema funciona, porque las cosas funcionan, y porque nada "adverso" parece que ocurrió.

Sin embargo, esto último no es cierto lamentablemente en muchas ocasiones, sí que pudieron ocurrir cosas adversas, aunque se alcanzara el éxito finalmente gracias a las variaciones y ajustes. ¿Quién se para a analizar estas situaciones cuando se alcanzó el éxito en un contexto de presión incremental para producir y mejorar los beneficios? ¿Quién realizaría compensaciones o sacrificios producción-seguridad a fin de parar y analizar estas situaciones que llegaron al éxito gracias a los ajustes, naturales y normales? (Hollnagel et al, 2006).

En palabras de Maynard Keynes, "lo inevitable rara vez sucede, es lo inesperado lo que suele ocurrir", además como indica Bin y Hart (2003), "los avisos no vienen con luces de feria, vienen ocultos en informes de expertos, memorias de asesores o comentarios casuales de colegas. Los avisos aparecen en forma de pequeños avisos menores. Además esta información suele pasarse de forma normalmente oscura a la dirección".

La Ingeniería de la Resiliencia considera fundamental el análisis de esas señales débiles, de estos pequeños avisos, que normalmente pasarían desapercibidos, que ni siquiera podríamos denominarlos como incidentes, como base de conocimiento para poder evitar proactivamente esa concurrencia de pequeñas perturbaciones, su propagación y resonancia inesperada, finalmente en forma de accidente o suceso no esperado, ya sea en seguridad, en calidad, en producción, etc. Su análisis permitiría el diseño de límites tolerantes a los fallos, el establecimiento de indicadores no solo retrospectivos sino también prospectivos que ayuden a la monitorización del desempeño de los trabajadores y el estado de consciencia sobre estos límites de los propios trabajadores. Igualmente, permitirían una formación adecuada de los trabajadores para hacer frente a dichos eventos de forma adecuada y no solo de manera rígida y normalizada. Tengamos en cuenta que el proceso de auto aprendizaje de los trabajadores en sus cometidos va alimentando su especialización para llegar a dominar la globalidad de su trabajo y entender la variabilidad de situaciones que son capaces de controlar. Muchas de ellas no pueden quedar recogidas en los procedimientos de trabajo que se limitan a lo que hay que hacer, cómo hacerlo, y por supuesto a lo que no debe hacerse. Mucha información clave para la eficiencia del proceso productivo se queda en la cabeza del especialista y lamentablemente no es compartida. (Fig. 7)

Sin duda estas ideas, como todas aquellas que rompen con los modelos anteriores, presentan dificultades que no se pueden ignorar. Algunas de ellas se deducen de las explicaciones ya dadas hasta el momento, como la dificultad para estudiar situaciones exitosas cuando nada negativo pareció suceder, gastando tiempo y dinero en ellas, o la necesidad de un cambio en los modelos de capacitación de los trabajadores de línea que facilite su toma decisiones ante situaciones que no ha sido posible planificar anticipadamente, o el desarrollo de nuevos métodos que permitan aplicar los principios de estos nuevos modelos. Existe también una dificultad importante basada en la naturaleza humana. Las personas queremos explicaciones sencillas de las cosas que suceden y que no deseamos. Esto nos facilita el sentimiento de mantenimiento del control. Sin embargo, la realidad es cada vez más compleja y no lineal y esto en vez de aminorarse se incrementará, por lo que cada vez menos podrán explicarse estos sucesos con respuestas simples. Esto incluye tanto a las autoridades, como a los gestores y trabajadores, y también a los familiares de los afectados. Sin embargo, es necesario hacer frente a la realidad a pesar de todas las dificultades como única manera de avanzar en la seguridad.

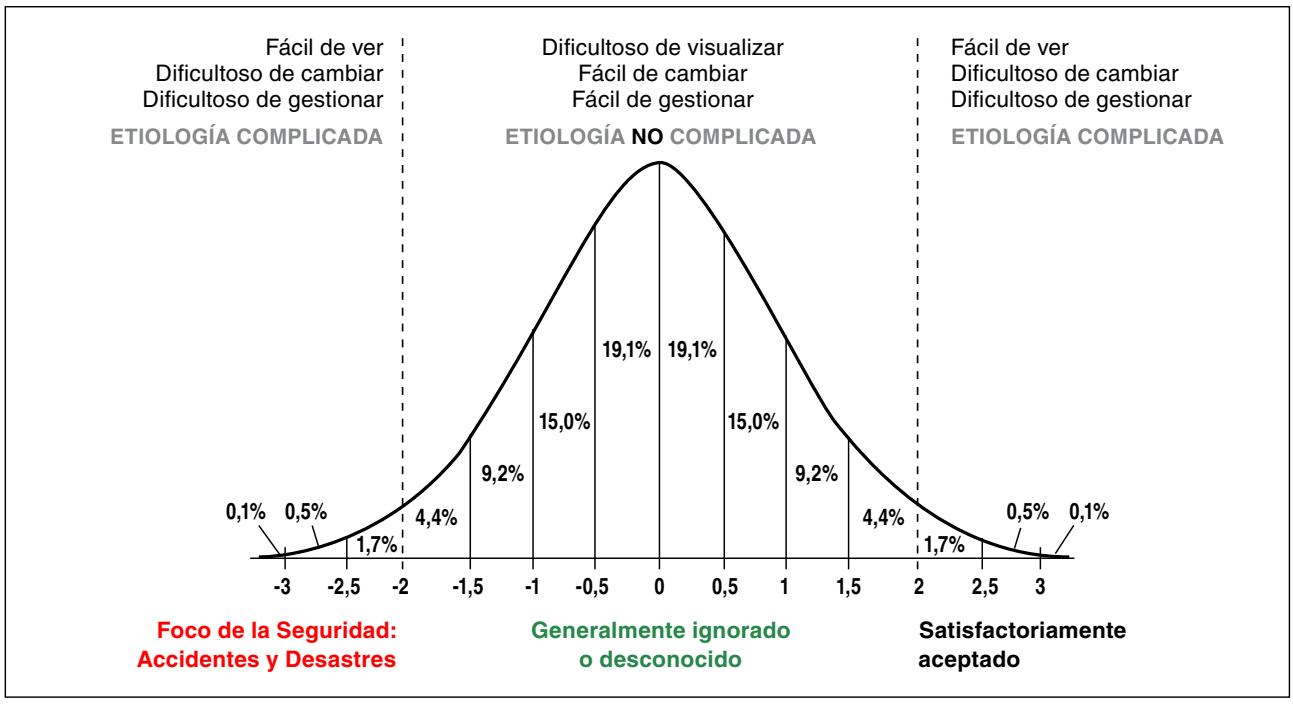


Figura 7. Distribución de eventos y sus características en función de: su facilitad para la identificación, el análisis etiológico, el cambio y su gestión.

4. PRINCIPIOS Y HABILIDADES POTENCIALES PARA LA RESILIENCIA

Explicados los fundamentos de la Ingeniería de la Resiliencia, creemos importante definir los principios que deben gobernar los sistemas de gestión de la seguridad que deben leerse a la luz de todo lo explicado anteriormente a riesgo de parecer que es tan coherente con SAFETY I como con SAFETY II (Wreathall, 2006):

1. *Compromiso de la Alta Dirección.* La seguridad resiliente es un objetivo importante para la dirección de la organización al mismo nivel o por encima de otros objetivos. El objetivo es establecer acciones y directrices para garantizar el compromiso de la alta dirección con una seguridad resiliente. El reconocimiento del trabajo bien hecho, la dotación de medios y recursos, no supeditar la seguridad a la producción, asumir la seguridad como un valor, que forma parte de todas las funciones, son cuestiones clave.
2. *Cultura de Justicia o Equidad.* Una atmósfera de confianza en la organización que anima a los trabajadores a comunicar cuestiones relacionadas con la seguridad y salud laboral, tales como señales débiles no digamos ya incidentes, sin temor y sin rechazo. El objetivo de este principio es la superación de obstáculos potenciales para conseguir esta cultura que favorezca la resiliencia de la seguridad. La información, comunicación, participación y trabajo en equipo, la consideración del desempeño en seguridad, son algunos aspectos importantes de este principio.
3. *Cultura de Aprendizaje y de desarrollo de Competencias.* La cultura empresarial proactiva de aprender no solo de los problemas e incidentes sino también del funcionamiento normal diario. El objetivo es identificar acciones para que la empresa implante una cultura de aprendizaje continuo y compartido. Ello habría de facilitarlo una gestión por competencias, que las clasifica en una serie de niveles -máximo cinco- para valorar la capacidad de respuesta de los trabajadores. Irían desde el primer nivel (1), que representa realizar correctamente lo establecido, hasta el máximo nivel (5) de especialista, por su capacidad de dominio y control de la variabilidad de los sistemas de trabajo. Y además, en tal nivel, con la competencia asumida para formar a otros compañeros de trabajo para transmitirles sus conocimientos y sobre todo su experiencia. Llegar a ser especialista de una actividad, por sencilla que pueda parecer, requiere meses. En cambio, ser por ejemplo, operario de una central nuclear requiere, a parte de una buena base de conocimientos, años de aprendizaje en plantas piloto para llegar a dominar el funcionamiento de una instalación y poder controlar con plena seguridad la variabilidad de desviaciones que pueden producirse en las mismas y sus límites. Por supuesto, aprendiendo no solo de los fallos y errores sea cual fuere su importancia, conocidos y divulgados por el Consejo de Seguridad Nuclear.
4. *Concienciación.* Los empleados deben ser conscientes de lo que está pasando en la empresa en términos de calidad en el desempeño, en qué extensión es un problema y el estatus actual de las barreras o defensas y sus límites.
5. *Flexibilidad*. Se trata de la capacidad de anticiparse activamente a amenazas y estar preparada para hacer frente a ellas. Cultura y capacidades de pro-actividad en la identificación de potenciales riesgos y de adelantarse a ello.
6. *Preparación.* La capacidad de la organización de reestructurarse en respuesta a diversos cambios y variaciones, con capacidad para soportar los llamados "errores humanos" y con trabajadores que son capaces de tomar decisiones críticas sin esperar la decisión de sus jefes.
7. *Opacidad*. La organización debe ser consciente de los límites y como de cerca se trabaja de ellos, en términos de degradación de barreras y defensas.

La Resiliencia no es una propiedad de una organización. No es algo que tenga una organización o un sistema. Por lo tanto, no es significativo en principio referirse al nivel -o grado- de resiliencia, puesto que cada actuación o desempeño será o no resiliente. La Resiliencia es más bien una cualidad, característica o una serie de potenciales de cómo una organización –y las personas en ella– desempeñan su actividad. De esta forma, como se indicó en la introducción, una organización que cuente con dichos potenciales no necesariamente tendrá un desempeño siempre resiliente. Contar con dichos potenciales, no garantizará el desempeño resiliente, pero la falta de ellos hará el desempeño resiliente muy improbable.

En definitiva, la Ingeniería de la Resiliencia fija su punto de vista en cómo la organización funciona, y para ello analiza los 4 potenciales o habilidades básicas para actuar de forma resiliente (Ver fig. 8):

- Responder: Saber qué hacer, o ser capaz de responder a la variabilidad, las perturbaciones y las oportunida-

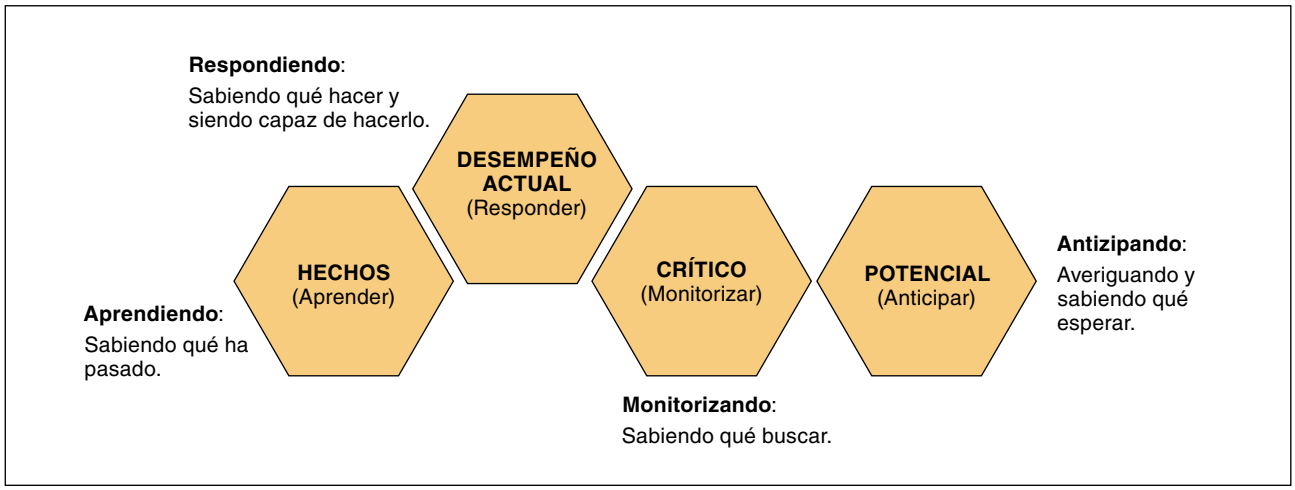


Figura 8. Los cuatro potenciales para el desempeño resiliente (Resilience Análisis Grid).

des tanto cotidianas como imprevistas, ya sea ajustando la manera en que se hacen las cosas o activando respuestas preparadas. Esta es la habilidad de abordar el desempeño actual.
- Monitorizar: Saber qué buscar, o ser capaz de monitorizar lo que es o podría convertirse en una amenaza a corto plazo. Esta monitorización debe abarcar el propio desempeño del sistema así como los cambios en el entorno. Esta es la habilidad de abordar lo crítico.
- Anticiparse: Saber qué esperar, o ser capaz de anticipar los acontecimientos, las amenazas y oportunidades en el futuro, como las posibles interrupciones, condiciones de operación cambiantes, presiones y sus consecuencias. Esta es la habilidad de abordar lo potencial.
- Aprender: Saber lo que sucedió, o poder aprender de la experiencia, en particular aprender de las lecciones correctas de la experiencia correcta. Esta es la habilidad de abordar los hechos.

5. EL "FUNTIONAL RESONANCE ANALYSIS MODEL (FRAM)" PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIDENTES Y EL ANÁLISIS DEL RIESGO

En este contexto de modelos complejos no lineales, las técnicas tradicionales de evaluación de riesgos e investigación de accidentes, como el árbol de fallos o el árbol de sucesos, que pueden ser adecuadas para accidentes que no requieren explicaciones muy elaboradas, dejan de ser útiles para otros accidentes o riesgos. Una estructura fija como un árbol no ayuda a representar la concurrencia de posibles eventos ni de acoplamientos dinámicos y efectos como la resonancia. Son incapaces de tener en cuenta como un sistema lentamente o de forma abrupta, puede llegar a ser inestable. Un ejemplo de modelo propuesto por *Hollnagel et al* (2006) para poder tener en cuenta estas circunstancias es el *Funtional Resonance Analysis Model* (FRAM) Fig. 10. Este modelo considera que los sistemas son dinámicos, y que pueden pasar de ser estables a inestables, tanto de forma lenta como de golpe, siendo imposible en muchas ocasiones prediseñar, programar, o anticiparse a los ajustes que serán necesarios realizar. Como hipótesis se parte de que es prácticamente imposible diseñar, idear o planificar teniendo en cuenta todo pequeño detalle o toda situación que puede "emerger". Todo el que diseña instrucciones ha tenido esta experiencia.

El FRAM usa un modelo no lineal complejo sistémico, asumiendo que los accidentes son el resultado de combinaciones inesperadas (resonancia) de la variabilidad normal, acoplamientos entre funciones que resuenan, pero que tampoco son aleatorias, aunque no se pueda atribuir a una simple combinación lineal de causas enlazadas. La seguridad se consigue entonces monitorizando el sistema y amortiguando la variabilidad entre las funciones del sistema. Por supuesto requiere la habilidad de anticiparse a futuros eventos de forma continua.

FRAM caracteriza los sistemas complejos basándose en las funciones que se desempeñan, no en cómo se estructura el sistema. Los límites del sistema son definidos a través de la descripción de las funciones. El FRAM conlleva los siguientes pasos:
1. Definir el propósito del análisis, como evaluación de riesgos o investigación de un accidente, así como describir el objetivo y el escenario que va a ser analizado.
2. Identificar las funciones esenciales del sistema, caracterizando cada función por sus 6 parámetros básicos: entrada, salida, tiempo, control, condición previa, y recurso.
3. Caracterizar el contexto de dependencia observado y la potencial variabilidad de las funciones del sistema. Debe considerarse la variabilidad normal y también el peor de los casos.
4. Identificar y describir la resonancia funcional de las dependencias/acoplamientos observadas, entre las funciones y la variabilidad observada.
5. Identificar los mecanismos de control o barreras a la variabilidad (factores amortiguadores) y especificar la monitorización requerida del desempeño.

En el desarrollo del FRAM, cada célula describirá una función tal como se esquematiza en la Fig. 9, de forma que cada uno de los seis parámetros básicos significarían (puede verse un ejemplo para un accidente de aviación descrito por el autor Rodrigues de Calvaho (2011) en la figura 10):
- *Entrada.* Es la entrada, lo que arranca la función, lo que produce o transforma para obtener el output o salida. Constituye el enlace con otras funciones previas.
- *Salida.* Lo que es producido por la función y que puede enlazarse con funciones posteriores.
- *Tiempo.* El tiempo disponible que puede ser una restricción, pero que también puede ser considerado un tipo especial de recurso.
- *Control.* Es el inmediato chequeo asociado con una función, supervisa o ajusta una función. Pueden ser planes, procedimientos, reglas, sistemas de control automático u otras funciones.
- *Precondiciones*. Son condiciones previas que deben ser realizadas previamente a realizar la función, elementos contextuales que influyen en el output.
- *Recurso.* Describe el nivel de recursos disponible en ese momento, el cual es consumido o procesado por la función para obtener el output (materia, energía, hardware, software y mano de obra) o bien un recurso que es necesario disponer aunque no se consuma, como una herramienta.

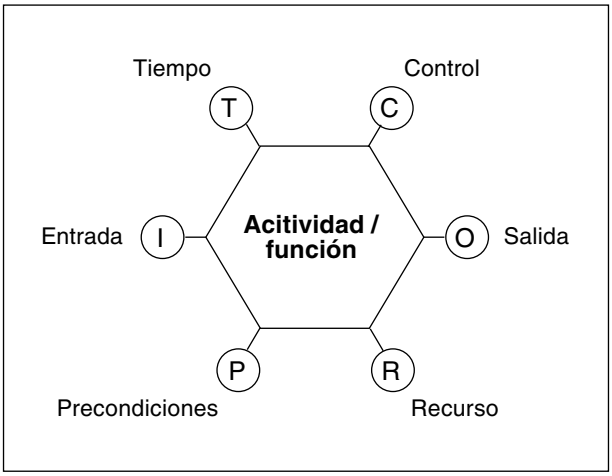


Figura 9. Los seis parámetros básicos de cada función, representados en una célula individual, para identificar las funciones básicas de un sistema.

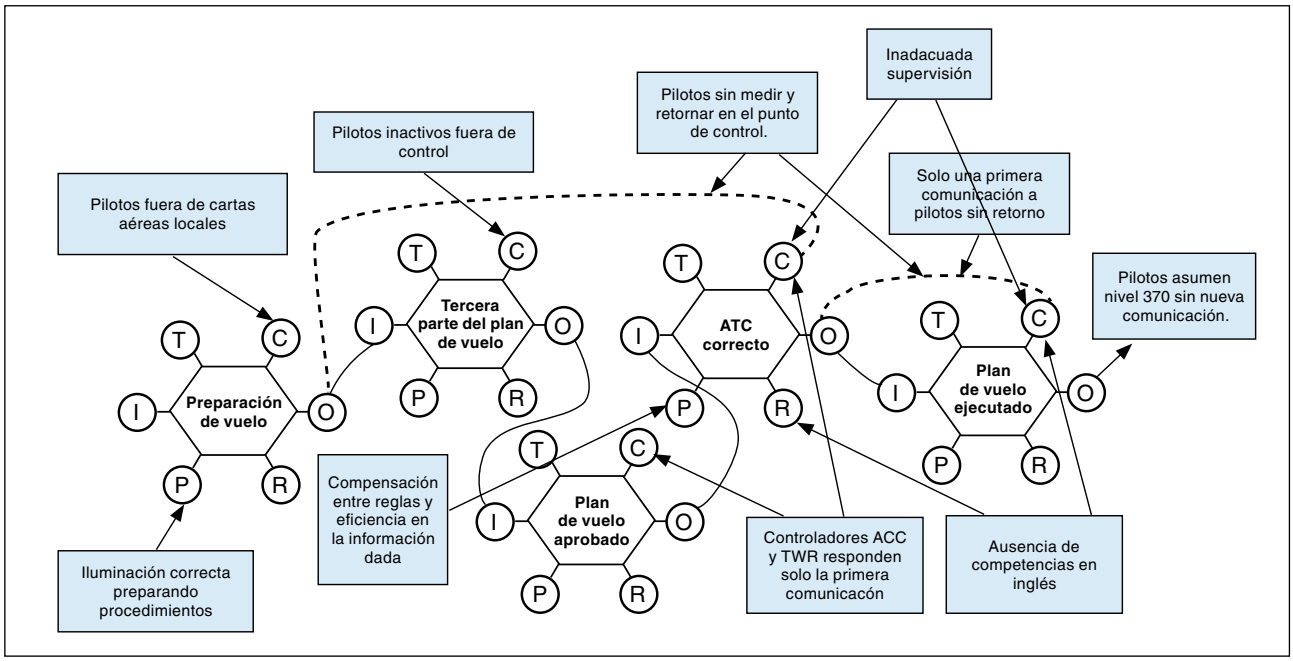


Figura 10. Ejemplo de FRAM sobre las funciones esenciales para el despegue, conforme al escenario del accidente de los vuelos GLO1907 y N600XL (Rodrigues de Calvaho, 2011).

BIBLIOGRAFÍA

FABIANO COSTELLA, M, SAURIN, T,A, DE MARCEDO GUIMARAES, M.D.
A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective.
Safety Science 47 (2009) 1056–1067

GRABOWSKI, M., AYYALASOMAYAJULA, P., MERRICK, J., MCCAFFERTY, D., 2007.
Accident precursors and safety nets: leading indicators of tanker operations safety.
Maritime Policy and Management 34 (5), 405–425.

GRECCO CH, VIDAL MC, SANTOSIJ, CARVALHO PV.
A method to assess safety and resilience in radio pharmaceuticals production process.
Work, 2012;41:5839–43. J.Managing the risks of organisational accidents. Hants, England:

HINZE, J, THURMAN, S, WEHLE, A.
Leading indicators of construction safety performance.
Safety Science 51 (2013) 23–28

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. & LEVESON, N.
Resilience Engineering: Concepts and Precepts.
Aldershot: Ashgate (2006)):

HOLLNAGEL. E. RESILIENCE II IN PRACTICE.
Developing the resilience potentials. (2018),
Routledge.

LE COZE, J.C.
New models for new times. An anti-dualist move.
Safety Science 59 (2013) 200–218

MANUELE, F., 2009.
Leading and lagging indicators.
Professional Safety 54 (12), 28–33

MENGOLINIM, A., DEBARBERIS, L., 2008.
Effectiveness evaluation methodology for safety processes to enhance organizational culture in hazardous installations.
Journal of Hazardous Materials 155, 243–252.

MONTERO MARTÍNEZ, R.
Ingeniería de la Resiliencia. Nueva tendencia en la gestión de la seguridad y salud laboral,
Seguridad y Salud en el Trabajo, 63 (2011) 13-19.

PERROW, C.
Normal Accidents. Living with high risk Technologies. 1984.
Basico Books.

PRAETORIUS, G, HOLLNAGEL, E, DAHLMAN, J.
Modelling Vessel Traffic Service to understand resilience in everyday operations,
Reliability Engineering and System Safety 141 (2015)10–21

RODRIGUES DE CARVALHO, P.V,
The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a mid-air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience,
Reliability Engineering & System Safety, 96 (2011),1482-1498

SAURIN, T.A, FORMOSO, C.T, CAMBRAIA, F.B,
An analysis of construction safety best practices from a cognitive systems engineering perspective,
Safety Science 46 (2008) 1169–1183)

SAURIN, T,A, CARIM JUNIOR, G.C.
Evaluation and improvement of a method for assessing HSMS from the resilience engineering perspective: A case study of an electricity distributor.
Safety Science 49 (2011) 355–368

SHIRALI, G.A, MOHAMMADFAM, I, EBRAHIMIPOUR, V. (2013)
A new method for quantitative assessment of resilience engineering by PCA and NT approach: A case study in a process industry
Reliability Engineering and System Safety 119(2013)88–94

TOELLNER, J., 2001.
Improving safety and health performance. Identifying and measuring leading indicators.
Professional Safety 46 (9), 42–47.

WOODS, D.D.
Four concepts for resilience and the implications for the future of resilience engineering
Reliability Engineering and System Safety 141(2015)5–9:

WREATHALL, J.
Properties of Resilient Organizations: An Initial View.
In: Hollnagel, E.; Woods, D. & Leveson, N. Resilience Engineering: Concepts and Precepts. Aldershot: Ashgate (2006)

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.133

Coordinación de actividades empresariales: tareas de mantenimiento y reparación en seco de los buques de pesca

Business activity coordination: maintenance tasks and dry repair of fishing vessels
Coordination des activités commerciales: tâches de maintenance et de réparation à sec des navires de pêche

Autor:

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

Elaborado por:

Francisco Díaz García
Isabel Lara Laguna
Esperanza Valero Cabello
CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST.

Las embarcaciones de pesca deben ser sometidas a una serie de tareas de mantenimiento en seco, tareas que pueden se realizadas durante las vedas y paradas biológicas por la propia tripulación en varaderos de gestión pública, o bien pueden realizarse en varaderos por parte de empresas especializadas. Esta NTP tiene por objeto ayudar a la correcta identificación de los diferentes agentes implicados (empresario titular, empresario principal, empresas concurrente), según las diferentes casuísticas que pudieran presentarse.

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 las embarcaciones de pesca se requiere la realización periódica de trabajos de mantenimiento y reparación, que generalmente se llevan a cabo durante las épocas de veda y parada biológica, en las cuales no se puede faenar y son aprovechadas por los armadores para estas tareas. Dichas tareas se realizan en varaderos, que son lugares en los que se saca la embarcación a seco para protegerla y permitir realizar los trabajos con seguridad. Los varaderos se sitúan normalmente en zonas de dominio portuario y, para ello, el armador puede optar por diferentes opciones, utilizando varaderos de gestión pública o privada.

Ya sean las tareas de mantenimiento realizadas por el armador, o bien por una empresa especializada, se trata de una situación en la que, a efectos de controlar los riesgos derivados de la concurrencia de actividades, se puede considerar la existencia de dos centros de trabajo, el varadero y la embarcación (gestionada por el armador). Del mismo modo se va a producir una concurrencia de trabajadores pertenecientes a distintas empresas, donde cada empresa realiza sus trabajos con los respectivos riesgos que de los mismos se deriven.

En definitiva, cada actividad puede generar riesgos a los trabajadores de las otras empresas existentes en el centro o podrían presentarse situaciones de agravamiento de los riesgos como consecuencia de la concurrencia, por lo que es necesario que exista una coordinación de actividades que aporte soluciones a los problemas que pudieran surgir durante las operaciones de mantenimiento de las embarcaciones. Es decir, hay que contemplar los riesgos tanto del varadero como de la embarcación como lugares de trabajo, asi como los de los diferentes trabajos efectuados por cada una de las empresas contratadas o subcontratadas, y finalmente considerar si la concurrencia de las mismas genera nuevos riesgos o agrava alguno de los existentes.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en su artículo 24, contempla esta situación de coincidencia de trabajadores de distintas empresas en un centro de trabajo, y este artículo se desarrolla reglamentariamente mediante el Real Decreto 171/2004, sobre la coordinación de actividades empresariales. Esta norma tiene como finalidad la adecuada aplicación de los principios de la acción preventiva y la aplicación correcta de los métodos de trabajo por las empresas concurrentes, así como el control de las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas, especialmente cuando puedan dar lugar a riesgos graves o muy graves, y la adecuación entre los riesgos y las medidas aplicadas para su prevención.

Para alcanzar dichos objetivos la Coordinación de Actividades Empresariales se sustenta en el deber de cooperación basado en el intercambio de información recíproca sobre los riesgos. Además, se establece las figuras de empresario titular del centro de trabajo y empresario principal, asignando distintas funciones y responsabilidades en cada caso. Asimismo orienta sobre los medios de coordinación que se pueden emplear.

La presente NTP tiene por objeto ayudar a identificar dichas figuras para que la coordinación de actividades empresariales en las tareas de mantenimiento y reparación en seco de las embarcaciones.

El Real Decreto 171/2004, sobre Coordinación de Actividades Empresariales, contiene en su artículo 2 las definiciones de empresario titular y principal en los siguientes términos:

"Empresario titular del centro de trabajo: la persona que tiene la capacidad de poner a disposición y gestionar el centro de trabajo."

Se entiende por centro de trabajo como cualquier área, edificada o no, en la que los trabajadores deben permanecer o a la que deben acceder por razón de su trabajo.

"Empresario principal: el empresario que contrata o subcontrata con otros la realización de obras y servicios correspondientes a la propia actividad de aquél y que se desarrollan en su propio centro de trabajo."

El concepto de “propia actividad” ha sido objeto de debate desde la publicación de la norma. Actualmente, existiendo ya cierta jurisprudencia al respecto, se podría decir que se entiende como tal las operaciones y labores que forman parte del ciclo productivo de la empresa. Otros aspectos que pueden ayudar a establecer si una determinada actividad puede ser considerada como “propia” o no, es el hecho de que se haya de seguir instrucciones concretas sobre los procedimientos de trabajo o el trabajo se realice con equipos de trabajo de la misma, o que disponga de los recursos necesarios que realizan habitualmente dichos trabajos. Puede encontrarse más información sobre el concepto de “propia actividad” en la NTP 918 *Coordinación de Actividades Empresariales (I)* y en la NTP 1052 *Coordinación de actividades empresariales: criterios de eficiencia (I)*.

La condición de titular del centro de trabajo, como la de la empresa principal, no puede realizarse a priori ni con carácter general, sino caso por caso, pues exige un análisis de las circunstancias como paso previo para determinar el encaje de cada sujeto concurrente en un centro de trabajo. En cualquier caso, lo que se debe mantener siempre como objetivo principal es la seguridad y salud de los trabajadores, siendo prioritario el criterio técnico preventivo mediante los medios que se consideren más adecuados a las circunstancias particulares de cada situación.

2. OBLIGACIONES DE LOS EMPRESAS TITULARES, PRINCIPALES Y CONCURRENTES

Vemos por tanto que se pueden encontrar tres figuras diferentes, la de empresa concurrente, que son todas las que se encuentran presentes y las de empresario titular y principal. En general, el empresario titular debe cumplir también con sus obligaciones como empresa concurrente. De igual modo, el empresario principal debe cumplir, respecto a las empresas que contrate y subcontrate, con las obligaciones establecidas para el empresario titular y para el concurrente. A continuación se analiza en mayor profundidad las funciones y obligaciones de las cada una de ellas.

Empresarios concurrentes

Todos los empresarios cuyos trabajadores coinciden en un centro de trabajo son empresarios concurrentes, independientemente de cuál de ellos tenga la titularidad del centro de trabajo. Estos empresarios deberán cooperar en la aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales, conforme al artículo 24.1 de la Ley 31/95 y el Capítulo II del Real Decreto 171/2004. Será de aplicación a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

Las empresas deberán informarse recíprocamente sobre todos los riesgos que puedan afectar a los trabajadores del centro y a los trabajadores de las otras empresas, particularmente aquellos que puedan verse agravados o modificados por circunstancias derivadas de la concurrencia de actividades.

La información deberá proporcionarse antes del inicio de las actividades, cuando se produzca un cambio en las actividades concurrentes que sea relevante a efectos preventivos y cuando se haya producido un accidente de trabajo o una situación de emergencia, en cuyo caso se facilitará la información de manera inmediata.

La información debe ser real, actualizada y suficiente, y se facilitará por escrito cuando alguna de las empresas genere riesgos calificados como graves o muy graves, aunque es recomendable que esta información quede documentada en todos los casos.

Una vez las empresas cumplan con esta obligación de información de manera recíproca, deberán tener en cuenta toda esta información recopilada para realizar o modificar la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva.

De igual forma deberán adoptar los medios de coordinación necesarios, e informar a sus respectivos trabajadores de los nuevos riesgos derivados de la concurrencia de actividades y de las medidas preventivas para prevenirlos o protegerse de los mismos, así como de las actuaciones en caso de emergencia.

Empresario titular

El empresario titular que pone a disposición y gestiona el centro de trabajo, una vez recopilada la información de las empresas concurrentes, deberá, de forma previa al inicio de los trabajos, informar y dar las instrucciones a las empresas concurrentes para la prevención de los riesgos propios del centro de trabajo que puedan afectar a las actividades por ellos desarrolladas, las medidas referidas a la prevención de tales riesgos y las medidas de emergencia que se deben aplicar.

Al igual que en el caso anterior, la información deberá ser suficiente y habrá de proporcionarse antes del inicio de las actividades y cuando se produzca un cambio en los riesgos propios del centro de trabajo que sea relevante a efectos preventivos, facilitándose por escrito cuando los riesgos propios del centro de trabajo sean calificados como graves o muy graves.

Empresario principal

El empresario principal es aquel que contrata o subcontrata a otras empresas para realizar un trabajo o un servicio en su centro de trabajo, que sea de su propia actividad. El empresario principal sería en este caso además empresa concurrente y empresario titular del centro, y debe asumir por tanto las obligaciones recogidas en los apartados anteriores.

Adicionalmente, deberá vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de las empresas contratistas o subcontratistas de obras y servicios correspondientes a su propia actividad y que se desarrollen en su propio centro de trabajo.

Antes del inicio de la actividad en su centro de trabajo, el empresario principal exigirá a las empresas contratistas y subcontratistas que le acrediten por escrito que han realizado, para las obras y servicios contratados, la evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva, así como que han cumplido sus obligaciones en materia de información y formación respecto de los trabajadores que vayan a prestar sus servicios en el centro de trabajo. Esto se hará extensivo a todas las subcontratas que participen en la realización de las obras y servicios a desempeñar.

El empresario principal deberá comprobar que las empresas contratistas y subcontratistas concurrentes en su centro de trabajo han establecido los necesarios medios de coordinación entre ellas.

Medios de coordinación

Un medio de coordinación debe entenderse como toda medida, introducida en cualquiera de las etapas del pro-

ceso, destinada a garantizar la consecución del objetivo de una eficiente Coordinación de Actividades Empresariales. Estos medios deben favorecer el intercambio fluido de información entre las empresas concurrentes y facilitar las buenas prácticas en relación con el resto de factores de carácter transversal que afectan a la Coordinación de Actividades Empresariales. Para ello, el Real Decreto 171/2004 establece una relación no exhaustiva de medios de coordinación

El medio de coordinación más adecuado dependerá en cada caso de la complejidad y grado de dificultad de cada actividad. Para ello, deben valorarse aspectos como la peligrosidad de las actividades (obviamente a mayor peligrosidad, más eficaces y complejos deben ser estos medios); así como las instalaciones y materiales empleados, la duración de dichas actividades y el número de trabajadores que pueden verse afectados.

La iniciativa para el establecimiento de los medios de coordinación corresponde al empresario titular o en su defecto, al empresario principal. Se establecerán por las empresas concurrentes antes del inicio de las actividades y deberán actualizarse siempre que sea necesario y se revisará su efectividad durante todo el periodo en el que se requiera la coordinación. Cada empresa deberá determinar aquellos que considere más adecuados para su situación concreta contemplando, si fuese necesario, medios no citados expresamente en la normativa. La elección de los medios más adecuados, según indica el preámbulo del RD 171/2004, "*exigirá una real implicación en la coordinación de actividades empresariales que alejará un siempre bien censurado cumplimiento meramente formal*".

3. MANTENIMIENTO DE LA EMBARCACIÓN EN UN VARADERO ESPECIALIZADO.

Los varaderos se sitúan en zonas cercanas al puerto, siendo en muchas ocasiones concesiones administrativas en zonas de dominio público portuario. Estos varaderos suelen disponer de diferentes zonas, tales como talleres náuticos, talleres de carpintería de ribera, zonas de reparación de las embarcaciones, etc. Para obtener más información sobre las zonas y las tareas que se realizan en dichos varaderos pueden consultarse el documento "*Riesgos Laborales en las tareas de reparación y mantenimiento en seco de embarcaciones de pesca*" del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En este caso, es el propio varadero el que asume la realización de las labores de mantenimiento y reparación en sus instalaciones, bien con medios propios o ajenos (mediante la subcontratación de ciertas actividades). Se establece una relación mercantil entre el armador y el empresario propietario del varadero.

Por tanto, el empresario responsable del varadero es el empresario titular del varadero. Igualmente debe entenderse que el varadero es empresario titular del buque, ya que es quien tiene la capacidad de poner a disposición y gestionar el buque durante la reparación que ha asumido contractualmente, si bien será el armador quien facilite la información al varadero relativo al capítulo III del Real Decreto 171/2004 para que, en adelante, sea el varadero el que transmita la información e instrucciones al resto de empresas. Es decir, desde un punto de vista técnico, y entendiendo en un sentido amplio el "deber de coorperación" en el que se sustenta la Coordinación de Actividades Empresariales, el varadero necesita la información sobre los riesgos de la embarcación, la cual se la tienen que aportar necesariamente quien conocer el buque, el armador, por tanto, el armador podría adquirir la condición especial de "empresario titular secundario"

A su vez, el varadero se convierte en empresario principal con respecto a aquellas empresas que subcontrate, ya que su propia actividad es la reparación de embarcaciones.

Todas las empresas que participen en el proceso de reparación y mantenimiento del buque, serán en este caso empresas concurrentes.

A continuación se presentan una serie de situaciones que se pueden presentar cuando la reparación de la embarcación es asumida por un varadero.

EJEMPLO PRÁCTICO 1

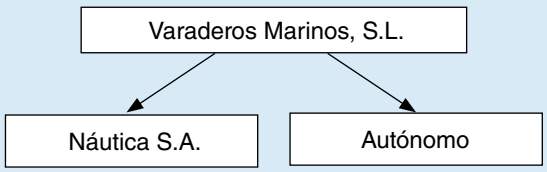
El armador de la embarcación de arrastre Pescados Sabrosos desea aprovechar la parada biológica para realizar unas tareas de reparación en seco de su buque. Para ello, se realiza un contrato mercantil con el varadero de su localidad, Varaderos Marinos, S.L., para la reparación del mismo.

Varaderos Marinos S.L. asume la reparación de la embarcación en su totalidad, no subcontratando ninguna tarea.

En este caso, aunque no haya concurrencia de empresas es necesaria la Coordinación de Actividades Empresariales, ya que el armador de la embarcación Pescados Sabrosos debe facilitar la información que se recoge en el capítulo III del Real Decreto 171/2004 al varadero, referentes a los riesgos del mismo.

EJEMPLO PRÁCTICO 2

Partiendo del ejemplo práctico anterior, Varaderos Marinos S.L. asume la reparación de la embarcación, no obstante, para realizar parte de las tareas se contrata a la empresa Nautica S.A., así como a un trabajador autónomo. El esquema de subcontratación sería el siguiente:



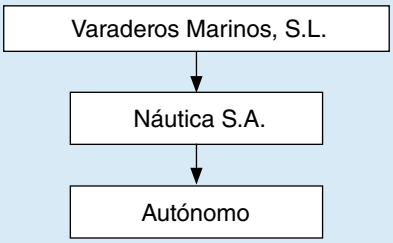
Tanto el varadero como la empresa subcontratada y el autónomo serían empresas concurrentes.

En este caso varaderos Marino S.L. actuaría como empresario titular y principal frente a las empresa Naúticas S.A. y el autónomo, que serían subcontratas. Para poder ejercer correctamente como empresario titular, varaderos Marinos S.L., utilizará la información proporcionada por el armador, conforme al capítulo III del Real Decreto 171/2004 para poder transmitir dicha información e instrucciones al resto de empresas. Por tanto, el armador asumiría la condición de lo que anteriormente se llamó "empresario titular secundario"

EJEMPLO PRÁCTICO 3

En este caso, aunque los actores intervinientes en la reparación de la embarcación sean los mismos, si cambiaría el esquema de contratación

Varaderos Marinos S.L. asumiría la reparación de la embarcación, no obstante, para realizar parte de las tareas contrata a la empresa Nautica S.A., la cual a su vez subcontrata a un autónomo.



Tanto el varadero como la empresa y el trabajador autónomo serían empresas concurrentes.

Varaderos Marinos S.L. sería el empresario titular y principal frente a las empresa Naúticas S.A. y el autónomo, que serían subcontratas, pero a diferencia del caso práctico anterior, el autónomo tendría que responder ante la empresa que lo subcontrata, Náutica, S.A., la cual a su vez responderá por ella y por el autónomo ante el varadero. Respecto a la asunción de Varaderos Marinos S.L., como empresario titular, sería de aplicación lo expuesto en el anterior caso práctico sobre el papel del armador.

4. MANTENIMIENTO DE LA EMBARCACIÓN POR EL ARMADOR

En ciertas ocasiones, durante los períodos de veda o paradas biológicas, el armador decide que sea la propia tripulación de la embarcación quien realice los trabajos de reparación y mantenimiento de la misma si éstos no conllevan una gran dificultad.

Existen un tipo de varaderos, ubicados habitualmente en terrenos portuarios, en su mayoría gestionados por la autoridad portuaria competente en cada Comunidad Autónoma, aunque pudieran existir algunos de carácter privado, que a diferencia de los varaderos tratados en el punto anterior, ofertan exclusivamente los servicios de varada de la embarcación y posterior botadura de la misma, así como una tasa por el alquiler de los medios de soporte y la estancia de la embarcación. Para la puesta en seco y posterior botadura se pueden emplear diferentes medios, principalmente “travel-lift” o carrovaraderos. Estas operaciones pueden ser realizadas por personal propio de la empresa del varadero o bien por una empresa a la que cual se le contrata la gestión de los medios elevación de embarcaciones.

La tarea de estos medios de elevación se limita a la puesta en seco y botadura de la embarcación, así como a facilitar los medios de sujeción de la embarcación (caballetes, puntales, etc), para la sujeción de la misma mientras ésta se encuentre varada, además del personal de administración correspondiente, no participando en ningún momento en tareas de reparación y mantenimiento de la embarcación. Por tanto, el responsable de la gestión del varadero será empresario titular con respecto a los riesgos del varadero frente a las demás empresas concurrentes que accedan al mismo.

Si los medios de elevación se encuentran gestionados por una contrata externa al varadero, en este caso, el responsable del varadero será también empresario principal con respecto a la empresa que gestione los medios de elevación.

En estos casos, las tareas de mantenimiento y reparación se harán por cuenta del armador. Para ello, dispone de diferentes opciones. Puede realizar los trabajos con su propia tripulación, si se trata de tareas sencillas, como pudieran ser limpieza del casco de la embarcación con agua a presión o la aplicación de patentes en el mismo, o hacer parte de los mismos con medios propios y contratar determinadas operaciones con una o más empresas. Sin embargo, el armador también puede optar por encargar los trabajos de mantenimiento a una náutica (empresas especializadas en este tipo de trabajos), la cual los realizará con medios propios, pudiendo subcontratar determinadas tareas si fuera preciso. En estos casos, habrá que analizar cada situación para definir si el armador será empresario titular con respecto a su centro de trabajo, la embarcación.

En estas situaciones, y a efectos de informar sobre los riesgos del centro de trabajo, se puede entender que existen dos empresarios titulares, por una parte el organismo encargado de la gestión del varadero, y por otra parte el armador, titular del buque. En ambos casos, y durante las tareas de puesta en seco y botadura de la embarcación, ambos tienen la capacidad de poner a disposición y gestionar sus centros de trabajo.

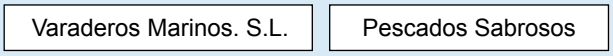
En caso de que el armador opte por el mantenimiento y reparación de la embarcación, a su vez pueden presentarse varias situaciones que se presentan a continuación.

El armador asume el mantenimiento y reparación de la embarcación con trabajadores propios

En esta situación ambas empresas serán concurrentes entre sí. Si a su vez los medios de elevación fueran gestionados por una tercera empresa, está sería a su vez empresa concurrente respecto al armador de la embarcación.

EJEMPLO PRÁCTICO 4

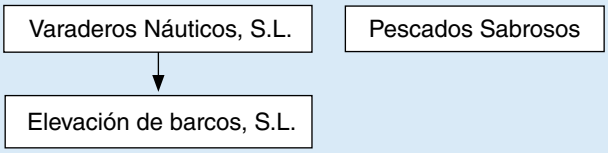
El armador de la embarcación Pescados Sabrosos desea aprovechar una parada biológica para realizar una tarea de mantenimiento en seco de la misma. Para ello, se pone en contacto con un varadero que dispone de un servicio de varada y botadura de embarcaciones y de alquiler de soportes para la misma. Debido a que se trata de tareas de poca complejidad, decide realizarla con la propia tripulación de la embarcación.



En este caso, ambas empresas serán concurrentes entre sí. El varadero será empresario titular respectos a los riesgos del mismo, y el armador será empresario titular respecto a los riesgos de la embarcación.

EJEMPLO PRÁCTICO 5

Tomando como punto de partida el caso práctico anterior, en este caso el varadero ha sacado a concurso la explotación del travel-lift, el cual lo ha ganado la empresa Elevación de Barcos, S.L., quedando el esquema de contratación como sigue:



En este escenario tanto el gestor del varadero, como el armador como la empresa Elevación de Barcos, S.L. son empresas concurrentes entre sí.

El empresario del varadero será empresario titular respecto a los riesgos del varadero frente al armador y a la empresa Elevación de Barcos, S.L.

El armador será empresario titular respecto a los riesgos de la embarcación frente al gestor del varadero y a la empresa Elevación de Barcos, S.L.

El gestor del varadero será empresario principal con respecto a la empresa Elevación de Barcos, S.L.

El armador contrata el mantenimiento y reparación con una única empresa, pero no dispone de trabajadores propios

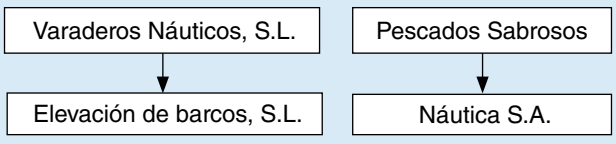
Además de la responsabilidad del gestor del varadero, conforme a lo expuesto anteriormente, en este caso el armador sería el empresario titular respecto a los riesgos de su centro de trabajo (la embarcación), pero no es posible prefijar de antemano a quien le correspondería las funciones de empresario principal. El hecho de que una empresa no disponga de trabajadores propios para realizar una actividad que se va a subcontratar no sería siempre un criterio suficiente para decir que dicha empresa no actúa como "empresario principal". Si esa actividad es necesaria para que la empresa pueda desarrollar su activad, aunque no tenga trabajadores propios que la realice, debe ser considera "propia actividad". Tal y como se expuso en la introducción de la presente Nota Técnica, podría ser necesario consultar la NTP 918 *Coordinación de Actividades Empresariales (I)* y en la NTP 1052 *Coordinación de actividades empresariales: criterios de eficiencia (I)*, para analizar una serie de indicios que guíen a los técnicos de prevención en cada caso a definir si el armador, aún sin tener trabajadores que realicen la actividad, podría ser considerado también empresario principal. En todo caso, en las situaciones en las que estos "indicios" no señalen claramente que se trata de "propia actividad" y persistan las dudas sobre esta cuestión, es conveniente considerar la peligrosidad de la actividad que se está subcontratando; de forma tal que si la actividad presenta riesgos graves siempre aportará mayor seguridad considerarla "propia actividad", en cuyo caso el armador comprobará que la empresa que realice el mantenimiento cumple con sus obligaciones preventivas.

A continuación se exponen una serie de ejemplos al respecto, dejando claro el carácter indicativo de los mismos, ya que cada situación deberá ser analizada de forma individual para determinar el papel de cada uno de los agentes intervinientes.

EJEMPLO PRÁCTICO 6

En este caso, el armador opta por la contratación de la empresa Náutica S.A. para la reparación de la embarcación, con la que firma un contrato mercantil a tal efecto, la cual asume la totalidad de los trabajos.

El varadero, a su vez, puede contratar la elevación de las embarcaciones, lo cual fue explicado en el ejemplo anterior, o puede realizar la puesta en seco de las embarcaciones con sus propios trabajadores.



En este caso tanto el gestor del varadero, como el armador como la empresa Elevación de Barcos, S.L. y la empresas Náuticas S.A son empresas concurrentes entre sí.

El gestor del varadero será empresario titular respecto a los riesgos del varadero frente al armador y a la empresa Elevación de Barcos, S.L. y a las empresas Náutica S.A.

El gestor del varadero será empresario principal con respecto a la empresa Elevación de Barcos, S.L.

El armador será empresario titular respecto a los riesgos de la embarcación Pescados Sabrosos, mientras que, tal y como se comentó anteriormente, habría que analizar cada caso individualmente para definir si el empresario principal sería el armador o la empresa Náutica S.A., ya que la no presencia de trabajadores del armador no sería criterio suficiente para excluirle como empresario principal. La impartición de instrucciones por parte del armador o que disponga de equipos y recursos necesarios para realizar dichas tareas de mantenimiento podrían considerarse circustancias para que el armador sea considerado empresario principal, aún sin contar con trabajadores que realicen las tareas de mantenimiento.

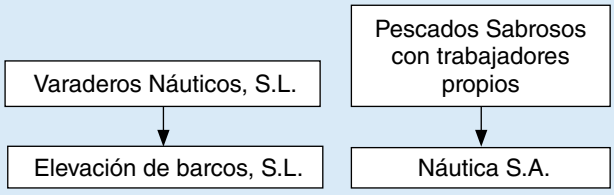
El armador realiza el mantenimiento y reparación con medios propios pero subcontrata a una o varias empresas.

En estas situaciones, el armador, además de ser empresario titular respecto al buque, también se convierte en empresario principal con respecto a las tareas de reparación y mantenimiento del buque y todas aquellas empresas que pudiera subcontratar. Y sería empresario principal ya que aunque la "propia actividad" del armador sería la pesca y el transporte de las mercancías, iría más allá de la "propia actividad" tradicional de los armadores, y se vería ampliada a las tareas de mantenimiento de la embarcación, ya que se trataría de una actividad indispensable que al no ser concertada ésta actividad, las obras y servicios deben ser realizados por el armador y que en caso contrario perjudicaría sensiblemente su actividad empresarial. Además están presentes otra serie de circustancias, tales como el hecho de que se haya de seguir instrucciones concretas sobre los procedimientos de trabajo o el trabajo se realice con equipos de trabajo de la misma, o que disponga de los recursos necesarios que realizan habitualmente dichos trabajo

EJEMPLO PRÁCTICO 7

Este caso práctico, a diferencia del ejemplo anterior, armador utiliza a la tripulación para realizar algunas tareas de mantenimiento, contratando algunas tareas específicas con la empresa Náutica, S.A.

El varadero, a su vez, puediera contratar la elevación de las embarcaciones, tal y como ya se ha expuesto anteriormente.



Tanto el gestor del varadero, como el armador como la empresa Elevación de Barcos, S.L. y la empresa Náuticas S.A son empresas concurrentes entre sí.

El gestor del varadero será empresario titular respecto a los riesgos del varadero frente al armador y a la empresa Elevación de Barcos, S.L. y a la empresa Náutica S.A.

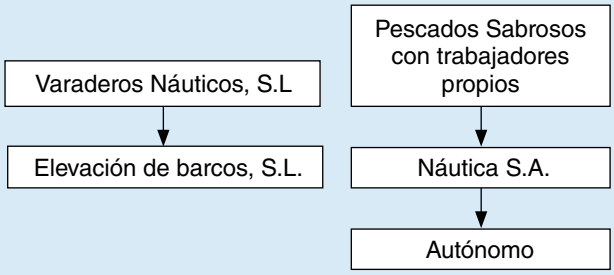
El gestor del varadero será empresario principal con respecto a la empresa Elevación de Barcos, S.L.

El armador será empresario titular respecto a los riesgos de la embarcación Pescados Sabrosos, frente a las empresas Náutica S.A.

De igual forma, el armador será será empresario principal respecto a las obras y servicios contratados con la empresa Náutica S.A.

EJEMPLO PRÁCTICO 8

En este caso, la empresa Náutica S.A. subcontrataría a un autónomo la realización de parte de las tareas de reparación de la embarcación.



Todas las empresas intervinientes, es decir tanto el armador como la empresa Elevación de Barcos, S.L. y las empresas Náuticas S.A y y el trabajador autónomo son empresas concurrentes entre sí.

Al igual que en el caso práctico anterior, el gestor del varadero será empresario titular respecto a los riesgos del varadero frente al armador y a la empresa Elevación de Barcos, S.L. y a las empresas Náutica S.A. y en este caso respecto al autónomo

El gestor del varadero será empresario principal con respecto a la empresa Elevación de Barcos, S.L. como anteriormente.

El armador será empresario titular respecto a los riesgos de la embarcación Pescados Sabrosos, frente a las empresas Náutica S.A, y el trabajador autónomo.

De igual forma, el armador será empresario principal respecto a las obras y servicios contratados con la empresa Náutica S.A. y el trabajador autónomo, el cuál responderá ante la empresa Náutica S.A.

Estos ejemplos prácticos anteriormente descritos son algunas de las opciones que se pueden encontrar en la coordinación de actividades empresariales en varaderos. Estos casos no pretenden ser una receta exhaustiva, y cada caso habrá de ser analizado de forma individual. Podrían presentarse otras situaciones distitntas, o bien conbinanciones de las ya presentadas. En todo caso, para el análisis de los mismo, se deberá tener en cuenta lo escrito en la presente NTP, así como en las NTP 918 *Coordinación de Actividades Empresarieles I*, NTP 919 *Coordinación de Actividades Empresarieles II*, NTP 1052 *Coordinación de Actividades Empresariales: criterios de eficiencia I* y NTP 1053 *Coordinación de Actividades Empresariales: criterios de eficiencia II*.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
NTP 918. Coordinación de Actividades Empresariales I.
INSST, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
NTP 919. Coordinación de Actividades Empresariales II.
INSST, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
NTP 1052. Coordinación de Actividades Empresariales: criterios de eficiencia I.
INSST, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
NTP 1053. Coordinación de Actividades Empresariales: criterios de eficiencia II.
INSST, 2015.

INSTITUTO GALEGO DE SEGURIDADE E SAÚDE LABORAL (ISSGA)
Follas de Prevención. Coordinación de actividades empresariales en las actividades de construcción y reparación naval I.
ISSGA, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
Documentos técnicos. *Riesgos laborales durante las operaciones de reparación y mantenimiento en seco de buques de pesca.*
INSST, 2017.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

AÑO 2018

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

Notas Técnicas de Prevención

1.134

Exposición laboral a medicamentos peligrosos: sistemas seguros para su preparación

Occupational exposure to hazardous drugs: safe systems for its preparation
Exposition professionnelle a médicaments dangereux: systèmes sûrs pour sa préparation

Autor:

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

Elaborado por:

Xavier Guardino Solá

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO. INSST

Esta NTP sustituye a la NTP-1051. Los motivos que hacen inevitable esta sustitución son varios: la ampliación del enfoque preventivo a todos los medicamentos peligrosos, cambios operativos en el uso del concepto de "sistema cerrado", errores detectados en la identificación de algunos sistemas de transvase de medicamentos en la anterior NTP, la aparición de nuevos equipos y tecnologías, la propuesta de un nuevo protocolo por parte del NIOSH y la publicación del Documento Técnico 87.1:16 "Medicamentos peligrosos. Medidas de prevención para su preparación y administración", y la base de datos InfoMep.

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. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR MEDICAMENOS PELIGROSOS

Inicialmente, la evaluación de la exposición de los trabajadores a medicamentos se centró exclusivamente en los citostáticos por sus importantes peligros para la salud y la manipulación a que se someten normalmente para su preparación. La contaminación ambiental por citostáticos, incluyendo aire, guantes, ropa, superficies de trabajo, suelos, etc., puede tener distintos orígenes, desde la contaminación original del recipiente, hasta vertidos y salpicaduras al manipularlos. Las cabinas de seguridad biológica empleadas como método de contención primario, funcionando correctamente y usadas siguiendo los correspondientes protocolos, proporcionan un elevado nivel de seguridad para el trabajador, pero debe tenerse en cuenta que el material extraído de las mismas puede estar contaminado, con lo cual los posteriores usuarios así como superficies y objetos con los que entre en contacto pueden extender la contaminación.

Uno de los orígenes más habituales, tanto durante la reconstitución como en la administración de citostáticos, es la utilización de jeringas estándar cuyas agujas, en el momento de ser extraídas del recipiente a través del septum, generan un aerosol (ver figura 1). También se forma un aerosol al ser expulsado al exterior el producto contenido en las paredes internas de la jeringa (tanto con aguja como sin aguja) al retirar el émbolo. Es para evitar este tipo de contaminación que se recomienda la utilización de los llamados sistemas cerrados y los robots que realizan esta operación de manera automática y con escasa intervención humana.

Esta actuación preventiva frente a los citostáticos se ha ido extendiendo a todos los medicamentos considerados peligrosos para la salud de las personas que los manipulan en cualquier circunstancia. Aunque el término "medicamentos peligrosos" ya fue introducido en Estados Unidos por la ASHP (American Society Hospital Pharmacy) en 1990, adoptado por la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) y por el NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) en su alerta de 2004, su utilización se ha ido introduciendo en otros muchas áreas fuera de los Estados Unidos, país al que pertenecen los organismos citados.

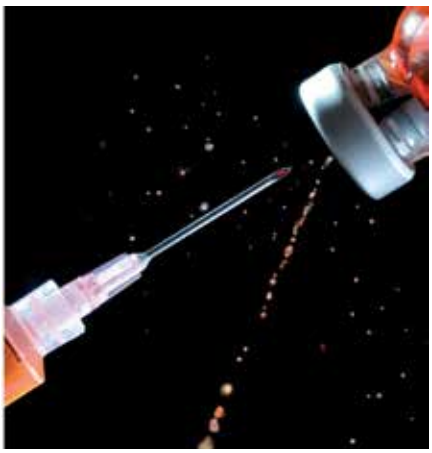


Figura 1. Formación de un aerosol líquido al retirar la aguja de un vial. (Reproducido con permiso de Care Fusion®).

2. SISTEMAS CERRADOS

NIOSH dio el nombre de CSTD (*Closed System Drug Transfer Devices*) a los dispositivos para la transferencia de citostáticos y, en general, de principios activos de alta potencia o toxicidad, que utilizan sistemas cerrados. Se define a un CSTD como un dispositivo de transferencia de fármacos que impide mecánicamente la transferencia de contaminantes ambientales al sistema y el escape de concentraciones peligrosas de fármacos o sus vapores fuera del sistema. Existen dos tecnologías CSTD que pueden cumplir con esta definición, la barrera física y la filtración (tratamiento del aire en el léxico original). En 2012, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) comenzó a emitir autorizaciones bajo un nuevo código de producto "ONB" (Optimal Normal Basis) que era específico para CSTD. Todos los CSTD aprobados por la FDA bajo el código ONB son CSTD, independientemente de su tecnología (barrera física o filtración de aire). Este código de producto se aplica tanto a los dispositivos de clase II (Sujetos a control especial) como de Clase III (PMA: *Premarket Approval*, con autorización previa a su comercialización). Puede que un equipo sea ONB solamente para alguna de las fases de trabajo o para todas. En España estos equipos son considerados productos sanitarios, regulados por el RD 1591/2009, y clasificados en la clase IIa.

También en Estados Unidos, NIOSH propuso en 2015 un protocolo para determinar la eficacia de los sistemas cerrados: *A Vapor Containment Performance Protocol for Closed System Transfer Devices Used During Pharmacy Compounding and Administration of Hazardous Drugs*. Dicho protocolo estaba destinado solamente a aquellos CSTD que actuaban mediante una barrera física, no con filtros, puesto que el control era alcohol isopropílico (presión de vapor a 20°C. 4,3 kPa) y hay que recordar, por lo que hace referencia concretamente a los citostáticos, que la mayoría de ellos, con excepción de la carmustina, presentan presiones de vapor extraordinariamente bajas, inferiores a 5 mPa. Sin embargo, al tratarse de todos los medicamentos peligrosos, y no solo de citostáticos, tiene sentido considerar que algunos de ellos pueden ser volátiles. A finales de 2016, esta propuesta de protocolo, después de la exposición pública, fue sustituida por otra versión *A Performance Test Protocol for Closed System Transfer Devices Used During Pharmacy Compounding and Administration of Hazardous Drugs,* que considera tanto la barrera física como el filtrado para cubrir todas las posibilidades. En ella, que tenía un plazo previsto de aprobación en febrero de 2018, se han probado como agentes de ensayo (*surrogates*) la tetraetilurea (CAS 1187-03-7) y el 1,2-propilenglicol (CAS 57-55-6), inclinándose por este último, por presentar mejores características analíticas.

Finalmente, la USP Chapter 800, (United States Pharmacopeia, Hazardous Drugs-Handling in Healthcare Settings) con entrada en vigor y de obligado cumplimiento el 1 de diciembre de 2019, también aborda la necesidad de disponer de procedimientos seguros para la manipulación de medicamentos peligrosos, haciéndose suya la práctica totalidad de las recomendaciones de NIOSH.

Esta Nota Técnica de Prevención se refiere a la preparación y manipulación de citostáticos, y medicamentos peligrosos en general, exclusivamente desde el punto de vista de la seguridad del operador, sin contemplar otros aspectos como la seguridad microbiológica o sistemas de trazabilidad destinados a evitar errores, aunque, en general, el abordaje es, lógicamente, conjunto.

3. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS DISPOSITIVOS PARA LA MANIPULACIÓN DE MEDICAMENTOS PELIGROSOS

Deben cumplirse una serie de principios que implican un enfoque amplio de su gestión: no contaminación del aire o del trabajador, asepsia, fiabilidad de utilización (incluye aspectos de seguridad, pero también ergonómicos), capacidad de vaciado total, universalidad de conexiones, posibilidad de filtración, precisión en el transvase y diseño del equipo para la aplicación.

No contaminación del aire o del trabajador

Los dispositivos de acceso, tanto al recipiente primario como a los otros recipientes, y la conexión con los envases de aplicación, en su caso, deben eliminar el fenómeno de aerosolización (véase figura 1) mediante mecanismos de equilibrio de presiones o equivalentes. Como ya se ha comentado, este fenómeno es una de las causas de la contaminación del aire y superficies y, en consecuencia, de los trabajadores.

Asepsia

La asepsia de la solución tratada o preparada, así como del material que está en contacto con ella es imprescindible, ya que se trata de soluciones que pueden ser perfundidas al organismo del paciente.

Fiabilidad de utilización

Deben garantizar un adecuado transvase de las soluciones y una inyección suficiente. Para evitar punciones, deben estar diseñados con puntas romas y preferiblemente de material plástico. También los aspectos ergonómicos de estos equipos contribuyen de manera importante a la seguridad en su utilización: deben ser de fácil manejo, y no requerir movimientos forzados.

Capacidad de vaciado total

Estos dispositivos deben ser capaces de lograr una transferencia total de las soluciones manipuladas. Ello debe ser así por tres razones: ajuste imprescindible de la dosis establecida, necesidad de evitar pérdidas de producto (en muchos casos de elevado coste) y reducir al máximo la contaminación del equipo de cara a su eliminación o lavado.

Universalidad de las conexiones

Debe existir una adecuación de tamaño en todas las conexiones y, también, debe tenerse en cuenta las resistencias de los septums a su perforación, garantizando por un lado su estanqueidad y por otro, que no requieran esfuerzos físicos. Obviamente, deben existir garantías de compatibilidad entre el material utilizado y las características de las soluciones transvasadas.

Posibilidad de filtración

En general no suele estar establecida la necesidad de la filtración sistemática de las soluciones transvasadas,

aunque en algunos casos puede ser requerida por dificultades de solubilidad de principios activos. Otro aspecto distinto, que es de interés para evitar la contaminación ambiental y del personal manipulador, es la utilización de filtros para el equilibrio de presiones en los transvases, como ya se ha comentado.

Precisión en el transvase

El tamaño volumétrico de las jeringas empleadas debe ser adecuado al volumen a transvasar, evitando que los volúmenes manipulados estén alejados del volumen nominal de la jeringa. La graduación de las mismas ha de ser claramente visible, sin que puedan dar lugar a dudas las mediciones volumétricas realizadas.

Diseño del equipo para la aplicación

El equipo preparado para ser remitido al área de aplicación u hospital de día, que puede ser de formas y accesorios muy distintos, debe reunir una serie de condiciones ergonómicas y de seguridad que garanticen todas las condiciones de estanqueidad requeridas durante su transporte, almacenamiento en su caso y aplicación al paciente.

4. EQUIPOS DISPONIBLES

A continuación se revisan algunos de los sistemas disponibles de CSTD en el mercado, así como de conexiones consideradas sistemas cerrados. Para mayor información se puede recurrir a los estudios comparativos publicados. Respecto a este apartado, debe indicarse que solamente se han relacionado las aportaciones más recientes en el momento de redactar esta NTP, existiendo una amplísima bibliografía fácilmente accesible a través de la red.

La información que se comenta a continuación procede de diferentes expertos y empresas consultadas. Debe tenerse en cuenta que algunos de los equipos no se distribuyen en todos los países o bien se hace con distintos nombres comerciales. Se recomienda acudir a las páginas web de los diferentes fabricantes para contrastarlo. Por otro lado, la certificación ONB puede extenderse con el tiempo a otros equipos.

Equipos con certificado ONB

Sistema de intercambio de aire-líquido de doble aguja para equilibrar las presiones[1]

Este sistema usa una jeringa que incorpora un sistema de intercambio de aire-líquido de doble aguja para equilibrar las presiones. Una aguja extrae el fármaco del vial, mientras que la otra reemplaza el volumen del fármaco con un volumen igual de aire estéril de la cámara de aire. Alternativamente, cuando se añade líquido a un vial, el aire contaminado proveniente de éste se introduce en la jeringa, evitando su pase al ambiente. El vástago del émbolo está sellado con una junta tórica que permite que el émbolo sólo se mueva axialmente y no se puede quitar, manteniéndose hermética la jeringa. El adaptador y la jeringa disponen de una membrana de acoplamiento para tener una conexión segura. La membrana de la jeringa y la del adaptador quedan herméticamente cerradas durante toda la transferencia del fármaco. Las agujas están de forma permanente dentro del recipiente para prevenir pinchazos, (véase figura 2).

Figura 2. Equashield®. (Reproducido con permiso de Equashield Medical Ltd).

Figura 3. Phaseal®. (Reproducido con permiso de BD).

Sistema de tres componentes: Protector del vial del fármaco, inyector y conector [2]

Este es otro sistema cerrado para la manipulación segura de soluciones de medicamentos peligrosos. No contiene filtros y es hermético. Consta de tres componentes: protector del vial del fármaco, inyector y conector. Se llena primero la jeringa estándar con aire, retirando el émbolo, se conecta la jeringa al inyector, que a su vez se conecta con el protector que se ha fijado en el vial del cual se va extraer la solución del medicamento peligroso. A continuación se inyecta el aire contenido en la jeringa que llena un recipiente con una membrana flexible a modo de globo. Cuando se aspira el líquido del vial el aire embolsado sustituye al líquido extraído, sin que haya habido contacto alguno con el exterior (véase figura 3).

Sistema con adaptador a vial y jeringa, que compensa presiones en el vial [3]

Estos equipos se componen de adaptador a vial y adaptador a jeringa, que compensan las presiones en el vial sin aspirar aire del exterior. El inyector es un mecanismo de conexión segura y estanca (véase figura 4).

Figura 4. Adaptadores. (Reproducido con permiso de ICU Medical).

Sistema de transferencia con doble filtración y compensación de presiones [4]

Se trata de un sistema cerrado de transferencia con doble de filtración y compensación de las presiones de dentro y fuera de vial**.** Forma una barrera frente a partículas, vapores y aerosoles tóxicos preservando la esterilidad del fármaco. Está compuesto por una membrana hidrofóbica de 0,2 µm y una membrana 100% de carbón activo. El sistema está compuesto básicamente por solo tres componentes: adaptador de vial, adap-

tador de jeringa y adaptador luer lock (véase figura 5). Un clic auditivo caracteriza y asegura la unión entre los componentes.

Figura 5. Dispositivos Tevadaptor®.
(Reproducido con permiso de B. Braun).

Otros equipos y conexiones cerradas

Sistema de conexiones con equilibrio de presiones con balón interno [5]

Emplea el sistema específico para el vaciado de viales que está formado por una válvula de conexión sin aguja y un punzón para el vial, lográndose el equilibrio de presiones mediante un balón interno que se expande. Un tapón de sistema cerrado asegura una jeringa estándar con conexión hermética sin posibilidad de desconexión y bloquea el émbolo para seguridad en el transporte (véase figura 6).

Figura 6. Dispositivos Chemoclave®.
(Reproducido con permiso de ICU Medical).

Sistemas con equilibrio de presiones mediante filtros de 0,2 micras

Aunque ya se ha mencionado un sistema con filtrado de 0,2 micras con certificado ONB, existen otros modelos de estas características que se comentan brevemente a continuación.

El primero [6] es un dispositivo de acceso a vial cerrado, con toma de aire filtrado. La ecualización de la presión se realiza por medio de la entrada de aire filtrado en la cámara de expansión, en la cual los vapores se retienen de forma mecánica. El filtro de entrada de aire es un filtro esterilizante de 0,2 micras que permite mantener la esterilidad del medicamento hasta 7 días (véase figura 7).

En el segundo [7] se emplea un filtro hidrófobo de ventéo, de 0,2 micras, gracias al cual se neutraliza la presión dentro del vial facilitando la extracción de fármaco. Una válvula combinada con el conector Luer macho cerrado, permiten que no haya fugas ni goteo al exterior (véase figura 8).

Figura 7. Dispositivo Smartsite™ Vialshield® (Acceso a vial cerrado)
(Reproducido con permiso de BD).

Figura 8. Dispositivo Smartsite™
(Acceso a vial ventilado)
(Reproducido con permiso de BD).

Finalmente, un tercer dispositivo [8] es un modelo que también lleva acoplado un filtro hidrofóbico de aerosoles de 0,2 micras. El producto se adapta a todos los viales mediante un punzón y tiene para la conexión a la jeringa una válvula bidireccional antigoteo. Incorpora un filtro adicional para las partículas no disueltas y conexiones Luer Lock (véase figura 9). Puresite® es un tapón de sistema cerrado que proporciona seguridad a una jeringa estándar. Elimina goteos en la desconexión y queda herméticamente conectado a la jeringa sin posibilidad de desconexión. También bloquea el émbolo para garantizar la seguridad en el transporte.

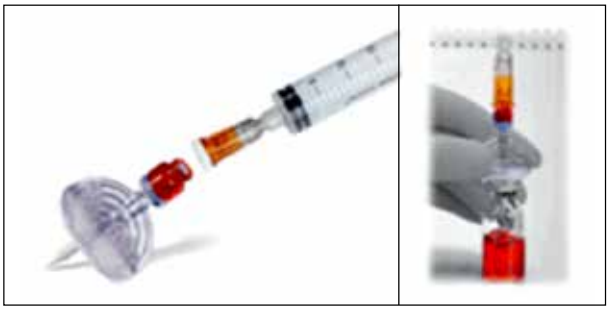


Figura 9. Mini-Spike® 2 Chemo y Puresite.
(Reproducido con permiso de B. Braun®).

5. ROBOTIZACIÓN

Un paso más en las políticas destinadas a la mejora en la gestión de la reconstitución y administración de medicamentos peligrosos se basa en la robotización de la reconstitución. Procedimientos cerrados, ejecutados por mecanismos robotizados reducen al mínimo los riesgos de exposición personal y medioambiental, incluyendo la gestión segura de los residuos generados. Son requerimientos típicos de un robot de estas características:

- Utilizar tecnología de interfaz de ciclo completo sin intervención humana ni para leer ni para interpretar, por lo que elimina los posibles errores de transcripción.
- Ser capaz de realizar los cálculos necesarios de manera automatizada para la dosificación requerida.
- Tener capacidad de identificar los componentes que se emplean en la preparación para evitar errores en la identificación del principio activo, el diluyente o el contenedor.
- Trabajar en sistema redundante.
- Generar los documentos relacionados con la administración de forma automática y garantizada

En la práctica diaria es fundamental la fiabilidad de estos equipos, desde el punto de vista de ausencia de averías. Dado que su función es la realización de manera continua de muchas preparaciones, una avería puede provocar un importante colapso. Para obviar este problema es recomendable disponer de dos robots. Aunque su limitación más importante es su precio, por lo que es fundamental haber llevado a cabo previamente a su adquisición un buen estudio económico de su rentabilidad, no cabe duda que desde el punto de vista preventivo se trate de una herramienta preventiva de primer orden.

Existen en el mercado robots que permiten una automatización total [9], [10], [11]. Uno de los modelos [10] presenta la ventaja de que tiene un sistema de autolavado automático, que reduce a la mínima expresión el riesgo de exposición por parte de los operadores del mismo.

6. ORGANIZACIÓN, INFORMACIÓN Y FORMACIÓN

Como ocurre en todos los campos relacionados con la mejora de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos laborales, aunque las mejoras tecnológicas en seguridad y automatización son primarias e imprescindibles, siempre queda una parte en manos de los operadores de estos equipos, por lo que es fundamental insistir en las acciones de información y formación del conjunto de profesionales que interviene en la preparación o reconstitución de los medicamentos peligrosos Sin estas acciones de información y formación, por más avanzadas y teóricamente seguros que sean los equipos disponibles, siempre existirá un riesgo residual asociado a la intervención humana en estos procesos.

Una buena organización preventiva pasa por la aplicación de los principios básicos de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la seguridad en línea, que afecta a toda la línea jerárquica del centro sanitario relacionada con la manipulación de medicamentos peligrosos. En todo el proceso debe participar de manera activa el Servicio de Prevención del centro sanitario que debe aportar el asesoramiento técnico y organizativo para la eliminación, o minimización de la exposición en el caso que aquella no sea posible, y teniendo en cuenta las disposiciones legales y de carácter técnico que se relacionan a continuación:

- En los aspectos que les sea de aplicación deberá tenerse en cuanta la legislación sobre protección de los trabajadores frente a la exposición agentes químicos en el trabajo (Real Decreto 374/2001) y la correspondiente Guía del INSST.
- A la manipulación de los medicamentos peligrosos que estén clasificados como cancerígenos y/o mutágenos en las categorías 1A y 1B, o presenten características para ello, le es de aplicación la legislación sobre la protección de estos trabajadores desarrollada en el Real Decreto 665/97 y la correspondiente Guía del INSST, teniendo en cuenta la versión codificada sobre este tema de la Directiva 2004/37/CE y posteriores actualizaciones.
- A la manipulación de los medicamentos peligrosos clasificados como tóxicos para la reproducción en las categorías 1A y 1B es de aplicación lo establecido en el Real Decreto 298/2009 y deben tenerse en cuenta los documentos del INSST: Directrices para la evaluación de riesgos y protección de la maternidad en el trabajo y las NTP 914 y 915.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía referenciada en el texto

[1] Equashield, Equashield Medical Ltd. (www.equashield.com; http://www.palexmedical.com/es/)

[2] Phaseal, Becton Dickinson and Company (http://www.bd.com/pharmacy/phaseal)

[3] Chemolock® ICU Medical (http://www.icumed.com/products/oncology/hazardous-drug-closed-systems-and-cstds/chemolock.aspx)

[4] Tevadaptor® B. Braun Medical S.A. (www.tevadaptor.com/)

[5] Componentes ChemoClave®: Genie® y Spiros® (Hospira-ICU Medical) de ICU Medical (http://es.icumed.com/),

[6] Dispositivo Vialshield® combinado con Smartsite™ y Texium™ de BD-Carefusion (http://www.carefusion.com/our-products/infusion/iv-therapy/vial-access-devices/smartsite-vialshield-closed-vial-access-device)

[7] Dispositivos combinados Texium® y accesos a Vial Smartsite® de BD-Carefusion (http://www.carefusion.com/our-products/infusion/iv-therapy/needleless-connectors/texium-closed-male-luer)

[8] Equipos de B. Braun (https://www.bbraun.es/es/productos-y-terapias/catalogo-de-productos/terapia-de-infusion/preparacion-de-farmacosiv/accesorios-para-lapreparaciondelasmezclasintravenosasapmiv/accesorios-para-lareconstitucion.html) Mini-Spike® 2 Chemo, Chemo Mini-Spike® y Puresite Chemo Mini-Spike®.

[9] Apoteca Chemo (http://www.palexmedical.com/es/family.cfm?id=apotecachemo-robot#.W7ton2j7TIU)

[10] Kiro-Grifols® Grifols (http://www.kirogrifols.com/), anteriormente Kiro Robotics

[11] Riva® (ARxIUM) (https://www.arxium.com/arxiums-riva-rated-highest-performing-iv-robot-in-pharmacy-study/)

Bibliografía general

AMMTAS (2014)
Guía de buenas prácticas para trabajadores profesionalmente expuestos a agentes citostáticos.
http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=26/03/2014-199edf956b

ASSTSAS (IRSST) (2008)
Safe Handling of Hazardous Drugs. Prevention Guide
http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/cg-002.pdf

CDC (2016)
A Performance Test Protocol for Closed System Transfer Devices Used During Pharmacy Compounding and Administration of Hazardous Drugs
https://www.cdc.gov/niosh/topics/hazdrug/pdfs/performancetestprotocolclosedsystemtransferdevices.pdf

Clark, B.A., Sessing, PJM (2013)
Use a closed system drug transfer device eliminates surface contamination with antineoplastic agents
J Oncol Farm Practice, 0(0), 1-6
https://www.equashield.com/wp-content/uploads/2015/12/004-Equashield-Closed-System-Transfer-Device-CSTD.pdf

Connor et al. (ISOPP Standards Committee) (2007)
ISOPP Standards of Practice. Safe Handling of Cytotoxics
J Oncol Pharm Practice Supp. 13: 1–81

FDA. Product code ONB (2018)
https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfpcd/classification.cfm?ID=ONB

Federal Register (2016)
A Performance Test Protocol for Closed System Transfer Devices Used During Pharmacy Compounding and Administration of Hazardous Drugs
https://www.federalregister.gov/documents/2016/09/15/2016-22132/a-performance-test-protocol-for-closed-system-transfer-devices-used-during-pharmacy-compounding-and
Extension of Comment Period.
https://www.cdc.gov/niosh/docket/review/docket288a/pdfs/288-A-FRNotice7-26-17.pdf

INSST (2016)
Medicamentos peligrosos. Medidas de prevención para su preparación y administración. DT 87.1:16
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/Higiene/2016%20medicamentos%20peligrosos/Medicamentos%20peligrosos.pdf
Infomep
http://infomep.inssbt.es/

McDonnell, A., et al. (2013)
Automated Medication Preparation for Chemotherapy
Pharmacy Purchasing & Products 10(12), 28 (2013)
http://www.pppmag.com/article/1430/December_2013/Automated_Medication_Preparation_for_Chemotherapy/%3E

Mahar, K., Farber, D. (2010)
Course: Proper Handling of Hazardous Drugs: Topics for Oncology Nursing
http://www.slideshare.net/terrybear11/nursing-grassroots-maharppt-7376384-kb-7376384-bytes

Merger, D. et al (2014)
Multicenter study of environmental contamination with antineoplastic drugs in 33 Canadian hospitals
Int Arch Occup Environ Health 87:307–313.
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23471647

Miyake et al. (2013)
SpringerPlus 2013, 2:273, 1-7
Impact of closed-system drug transfer device on exposure of environment and healthcare provider to cyclophosphamide in Japanese hospital
http://www.springerplus.com/content/2/1/273

NIOSH (2009)
NIOSH Definition of Closed-System Drug-Transfer Devices
Ann Occup Hyg, 53(5) 549, 2009
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2705625/

NIOSH (2016)
List of Antineoplastic and Other Hazardous Drugs in Healthcare Settings 2016
NIOSH.
https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-161/

NIOSH (2018)
NIOSH List of Antineoplastic and Other Hazardous Drugs in Healthcare Settings: Proposed Additions to the NIOSH Hazardous Drug List 2018
https://www.federalregister.gov/documents/2018/02/14/2018-02957/niosh-list-of-antineoplastic-and-other-hazardous-drugs-in-healthcare-settings-proposed-additions-to

Power, L.A., Polowich (2016)
Safe Handling of Hazardous Drugs. Reviewing Standards for Worker Protection
http://www.pharmacypracticenews.com/download/Safehandling_PPNSE16_WM.pdf

Rosenthal, M. (2016)
Pharmacy Practice News
CSTD Leak Test Takes a Few Steps Back
http://www.pharmacypracticenews.com/Policy/Article/11-16/CSTD-Leak-Test-Takes-a-Few-Steps-Back-/38528/ses=ogst?enl=true

NIOSH Testing Protocol May Sort Out CSTDs
http://www.pharmacypracticenews.com/Article/PrintArticle?articleID=34808

Sessing, PJM *et al.* (2011)
Reduction in surface contamination with antineoplastic drugs in 22 hospital pharmacies in the US following implementation of a closed-system drug transfer devices.
J Oncol Farm Practice, 17(1), 39-48
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20156932

USP 2016 General Chapter <800> Hazardous Drugs—Handling in Healthcare Settings. United States Pharmacopeia. USP 2016. Entrada en vigor: 1de julio 2018.
http://www.ncbop.org/faqs/USPChapt800HazardousDrugsFeb2016.pdf

Verdun-Esquer, C., *et. al.*
Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement, 78(6), 535-536, 2017
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1775878517301273

Links comprobados a 8 de octubre de 2018

NOTA: Se agradece a las empresas citadas su colaboración para la redacción de este documento.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSSBT, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Notas Técnicas de Prevención
1.135

Medicamentos peligrosos: administración y equipos disponibles

Hazardous drugs: administration and available equipment.
Médicaments dangereux: administration et équipement disponible

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

Elaborado por:
Eva González-Haba Peña.
HOSPITAL UNIVERSITARIO GREGORIO MARAÑÓN. MADRID

Marisa Gaspar Carreño.
HOSPITAL INTERMUTUAL DE LEVANTE. VALENCIA.

Xavier Guardino Solá.
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. INSST

Muchos estudios de contaminación de superficies han confirmado que la mayor exposición a medicamentos peligrosos (MP), como son los fármacos citostáticos, se produce durante la preparación de las mezclas en el Servicio de Farmacia (SF), aun empleando cabinas de seguridad biológica (CSB) y salas blancas. Sin embargo, también se ha puesto de manifiesto que en las zonas de administración se pueden detectar concentraciones de estos fármacos. En principio, el riesgo de exposición es mayor durante la preparación, ya que para conseguir las dosis individualizadas por paciente se reconstituyen y/o diluyen los fármacos concentrados, mientras que en la zona de administración los fármacos llegan ya diluidos. En esta nota técnica de prevención (NTP) se indican los sistemas de administración de MP disponibles en nuestro país, sin que en muchos casos se disponga de suficientes datos que avalen su nivel de seguridad para el personal sanitario, ya que los dispositivos empleados han sido mucho menos estudiados que los correspondientes a la fase de preparación (ver NTP 1.134).

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

Los profesionales sanitarios que trabajan preparando medicamentos peligrosos (MP) disponen un alto nivel de protección, tanto en relación a las medidas de tipo colectivo, como las instalaciones que utilizan durante su manipulación y los sistemas cerrados para la preparación, y las medidas de protección, como los equipos de protección individual. En consecuencia, es también necesario que durante la administración de los MP se establezcan procedimientos que aseguren la menor exposición posible. Para ello es fundamental aplicar una sistemática de trabajo apropiada para que la preparación de la mezcla se realice de tal manera que quede lista para su administración sin requerir manipulación posterior (fuera de la farmacia) y garantizando, además de la composición y estabilidad, la seguridad del personal que los administra, así como la prevención de la contaminación ambiental.

Durante la administración existe riesgo por la exposición accidental a estos medicamentos al purgar y desconectar las vías de infusión. En la fase de administración se debe asegurar que las conexiones entre las mezclas con MP y la vía del paciente son estancas, reduciendo al máximo el riesgo de desconexiones accidentales, salpicaduras o emisión de vapores al ambiente. En este sentido, la utilización de sistemas de contención para administración evita, de forma mecánica, tanto la transferencia de contaminación ambiental dentro del sistema como la salida del MP en forma de vapores o aerosoles fuera del mismo.

En la actualidad, los dispositivos que son ampliamente utilizados para minimizar la contaminación ambiental tanto en la preparación como en la administración de MP, son los sistemas cerrados de transferencia de medicamentos (SCTM; CSTD, en inglés); (ver NTP-1.134). Dichos sistemas son críticos tanto para que los tratamientos lleguen a las zonas de administración libres de contaminantes, como para garantizar una administración segura.

Aunque cada dispositivo tiene un diseño distinto, todos ellos se basan en proporcionar conexiones herméticas entre los componentes del sistema y en retener los posibles aerosoles o derrames en cámaras estancas diseñadas al efecto. En general, se ofrecen como “sistemas” de varios componentes para las distintas operaciones, compatibles entre sí pero no siempre compatibles con dispositivos de otros sistemas o proveedores.

Según NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), la definición de un SCTM también puede aplicarse a la administración de tratamientos peligrosos. La Farmacopea de los Estados Unidos (USP), en su normativa de manipulación de MP (USP 800), de entrada en vigor en diciembre de 2019, obliga a utilizar sistemas cerrados en la administración de fármacos peligrosos, y lo recomienda en la preparación siempre que las formas farmacéuticas lo permitan.

En esta nota técnica de prevención se han recogido los distintos dispositivos de administración existentes en España, así como la descripción del tipo de administración y el sistema de preparación de los MP.

2. CONSIDERACIONES GENERALES

Como ya se ha comentado, la evaluación de la seguridad durante la administración es un aspecto mucho menos estudiado que la seguridad en la preparación de MP, por lo que es necesario realizar estudios en mayor profundidad para comprobar la seguridad de los diferentes tipos de sistemas cerrados de administración disponibles.

En Estados Unidos, la Food and Drug Administration (FDA) tiene establecido el código de producto ONB (Optimal Normal Basis) para los SCTM destinados a su aplicación intravascular y que define los que en el ámbito sanitario permiten la reconstitución y transferencia de antineoplásicos y medicamentos peligrosos reduciendo la exposición del personal sanitario. Sin embargo, en la administración no hay establecido específicamente un código que permita conocer el nivel de seguridad.

Habitualmente, cuando se administra un esquema de quimioterapia se empieza con una pre-medicación, que en ocasiones incluye hidratación; a continuación, los fármacos antineoplásicos y, posteriormente, tras cada uno de los fármacos, suero limpio para asegurar que se administra la dosis completa, para lavar la vía y proceder a una desconexión de seguridad al finalizarlo. El purgado de la línea de infusión del paciente también se debe realizar con suero limpio para minimizar el contacto directo con estos fármacos.

Aunque todos estos sistemas se han diseñado y se vienen utilizando específicamente para la quimioterapia, su uso se debería extender para la administración de MP en general que, aunque se administren de forma única, debería procederse también por seguridad a un purgado de la línea previa y posterior a la infusión del fármaco. Independientemente del sistema de administración cerrado que se vaya a utilizar, la administración de estos fármacos se debería realizar con bombas de perfusión de flujo controlado, para que, tras la desconexión de la vía del paciente, no se produzcan goteos. Estos sistemas se conectan a la vía del paciente mediante conexiones *luer-lock*.

En cuanto a las características de los materiales de los sistemas de administración deben cumplir, entre otros, el no contener látex ni DEHP (Di(2-etilhexil)ftalato) en todo el dispositivo que está en contacto con la medicación y asegurar la compatibilidad de los materiales que lo componen con la medicación que va a ser administrada. También se debe tener en cuenta que en el mercado hay bolsas y frascos de infusión que disponen de conexiones convencionales, y bolsas de infusión con conexiones *luer* que condicionan los diferentes sistemas cerrados de preparación y administración de MP.

3. MODALIDADES DE ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS PELIGROSOS

En España hay disponibles dos sistemas diferentes para la administración de MP: el sistema tipo árbol (figura 1), y el sistema valvular, que consta de una única línea de infusión (figura 2).

Sistemas tipo árbol

La elección de una arquitectura tipo "árbol" implica utilizar un dispositivo que tiene un trocar o punzón proximal para conectar una solución de mantenimiento y lavado y que dispone de varias conexiones valvulares en "Y", entre 2 y 4, donde se insertan las preparaciones. El punzón de la

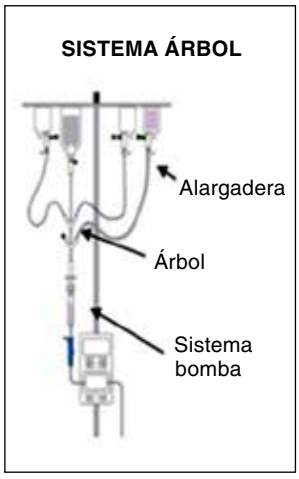


Figura 1. Sistema árbol. En el lugar de administración se van conectando las bolsas al árbol y NUNCA se desconectan.

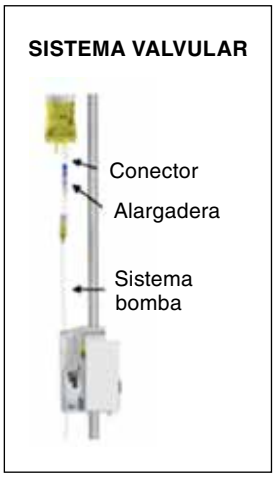


Figura 2. Sistema valvular. En el lugar de administración se van conectando y desconectando las diferentes bolsas.

línea principal se conecta a un suero de lavado que permite limpiar la línea de infusión entre la administración de diferentes mezclas. Algunos de estos sistemas disponen de un adaptador para incorporar el sistema de infusión, y otros tienen el sistema de infusión ya incorporado.

Las premedicaciones y las soluciones de hidratación se conectan al punzón del árbol previo a la administración del tratamiento. Las distintas bolsas o frascos de infusión de MP se conectan en las válvulas de seguridad del árbol. Para ello es imprescindible que se dispensen desde el Servicio de Farmacia (SF) con una alargadera denominada línea secundaria, purgada con un suero limpio. Esta línea secundaria debe reunir una serie de características para que se pueda considerar segura:

- Punzón que garantice la no salida de fluidos del interior de la bolsa hacia el exterior.
- Puerto para transferencia del fármaco con válvula bidireccional de seguridad, que garantiza que no hay goteos del interior del contenedor hacia el exterior, al desconectar la jeringa.
- *Luer* macho giratorio con válvula antirreflujo incorporada (evita el efecto de vasos comunicantes) y tapón hidrófobo que facilita el purgado, eliminando el aire y evitando el goteo. En el caso de que la válvula antirreflujo esté incorporada en el equipo o sistema de infusión, no será exigible que también lo esté en este *luer* macho
- Pinza (*clamp*) de seguridad para evitar la transferencia del fármaco hacia la zona de conexión con el árbol. Es muy importante que este sistema secundario salga pinzado, para minimizar que el fármaco pueda llegar a la zona de conexión.

Una vez están preparados todos los contenedores de los fármacos (frascos o bolsas de infusión) para un tratamiento, estas líneas se conectarán para ser administrados a través los puertos de conexión. Previo a la administración se abrirá el *clamp* de la alargadera para permitir la infusión en el orden establecido de los diferentes fármacos. A través del trocar proximal, donde está conectado el contenedor del suero limpio, se podrá realizar el lavado del sistema después de la administración de cada fármaco.

Ninguna de las bolsas o frascos de fármacos peligrosos debe ser desconectado de las válvulas de seguridad (a menos que se trate de árboles con conexiones secas), de modo que una vez finalizada la sesión se desecharán

las bolsas o frascos vacíos con sus alargaderas, el sistema de árbol y el de infusión.

Sistemas valvulares

Los sistemas valvulares consisten en un mecanismo de administración de una única línea de infusión con un dispositivo que permite conectar una a una las diferentes mezclas que conforman el tratamiento para el paciente, mediante conexiones y desconexiones que deben ser seguras.

El MP se envía elaborado desde el SF en una bolsa o frasco con un dispositivo que dispone de una válvula de seguridad, que no requiere alargadera y, por tanto, que no es necesario purgar con suero. Previamente a la administración se conecta la bolsa o frasco al sistema de infusión que dispondrá de otro dispositivo con otra válvula de seguridad, con el que se podrá realizar la conexión macho-hembra. Habitualmente, este dispositivo va unido a una alargadera, que se ha conectado previamente a un sistema de administración de bomba mediante su ajuste irreversible al punzón del sistema de infusión.

Dado que, teóricamente, este sistema permite hacer conexiones y desconexiones en un ámbito cerrado, una vez infundida la medicación de una bolsa o frasco, se desconecta y se desecha. A continuación, se conecta a través del dispositivo la siguiente medicación. De esta forma se administra tanto la premedicación, hidratación, los MP y las soluciones de lavado. Tanto la premedicación como los sueros de hidratación/lavado requerirán por tanto disponer del dispositivo de seguridad que permite la conexión con el sistema de infusión.

4. EQUIPOS DISPONIBLES PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS PELIGROSOS

En la tabla 1 se resumen los equipos existentes en España en enero de 2019 para la administración de medicamentos peligrosos, indicando el tipo de sistema de administración en bolsa o frasco de infusión, los modelos y el SCTM empleado en la preparación.

TIPO SISTEMA ADMINISTRACIÓN	MODELO	SCTM PARA LA PREPARACIÓN
Árbol (alargadera)	Árbol de administración (1)	Sistema convencional de preparación de filtración (filtros venteo y conector) (2)(3)
		Sistema de preparación de barrera (4) (punzón y conector con conexiones de membrana). Para la transferencia a bolsa es necesario conector *luer-lock* (4) a la válvula de seguridad alargadera.
Administración de un MP único (alargadera)	Sistema de administración por gravedad de fármacos peligrosos (5)	Sistema convencional de preparación de filtración (filtros de venteo y conector) (2)(3)
		Sistema de preparación de filtración con filtro de carbón activado (4) (punzón y conector con conexiones de membrana). Para la transferencia a bolsa es necesario conector *luer-lock* (4) a la válvula de seguridad alargadera.
Árbol (alargadera)	Árbol de administración (6)	Sistema convencional de preparación de filtración (filtros venteo y conector) (7)(8)
Valvular (punzón bolsa con conexión estándar)	Sistema valvular (9)	Sistema convencional de preparación de filtración (filtros venteo y conector) (7)(8)
Valvular (punzón bolsa con conexión de membrana)	Sistema valvular (10)	Sistema de preparación de barrera (10) (punzón y conector con conexiones de membrana).
Árbol (alargadera)	Árbol de administración (11)	Sistema convencional de preparación de filtración (12)(13)
		Sistema de preparación de barrera (14) (punzón y conector con conexiones de membrana). Para la transferencia a bolsa es necesario conector *luer-lock* (14) a la válvula de seguridad alargadera.
Valvular (punzón bolsa con conexión estándar)	Sistema valvular (15)	Sistema convencional de preparación de filtración de BD (12)(13)
Árbol (alargadera)	Árbol de administración (16)	Sistema de preparación de barrera (17) (punzón y conector con conexiones de membrana). Para la transferencia a bolsa es necesario conector *luer-lock* (17) a la válvula de seguridad alargadera.
Valvular (punzón bolsa con conexión de membrana)	Sistema valvular (17)	Sistema de preparación de barrera (17) (punzón y conector con conexiones de membrana).
Árbol (alargadera)	Árbol de administración (18)	Sistema de preparación de filtración (18) (punzón y conector con conexiones de membrana). Para la transferencia a bolsa es necesario conector luer-lock (18) a la válvula de seguridad alargadera.

Tabla 1. Equipos existentes para la administración de medicamentos peligrosos (enero 2019)

5. COMENTARIOS

Los sistemas de administración tipo árbol presentan como ventaja la seguridad en el proceso de administración, ya que no hay desconexiones que incrementen el riesgo de exposición a MP como ocurre con los sistemas valvulares. No obstante, presentan como inconveniente el riesgo de derrames accidentales en caso de olvidos al pinzar el sistema secundario. Los que utilizan en la preparación sistemas diseñados para minimizar la contaminación química, es más probable que lleguen a la zona de administración con un menor nivel de contaminación. Los sistemas valvulares son más sencillos e intuitivos, pero hay pocos estudios que evalúen su seguridad. Se sabe que los que utilizan válvulas de seguridad que no están diseñadas para contener la contaminación química producen contaminación en los puntos críticos en la desconexión.

Por otro lado, existen sistemas de tipo membrana que combinan puerto e inyector sin aguja para formar un sistema cerrado y con conexiones integradas enlazadas que impiden la contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía referenciada en el texto

(1) Cyto set ®, B. Braun Medical S.A.(https://www.bbraun.es/es/products/b/cyto-set.html)

(2) Spike ®, B. Braun Medical S.A. (https://www.bbraun.es/es/products/b/chemo-mini-spikeoncologia.html)

(3 Puresite® B. Braun Medical S.A (https://www.bbraun.es/es/products/b51/tapon-para-conectorpuresite.html)

(4) Tevadaptor®, B. Braun Medical S.A (https://www.tevadaptor.com/)

(5 Intrafix® Safeset IV Flushing B. Braun Medical S.A(https://www.bbraun.es/es/products/b51/intrafix-safesetflush.html)

(6) Set administración 4 tomas CLAVE® (http://es.icumed.com).

(7) Punzón con conector CLAVE® (http://es.icumed.com)

(8) Spiros® (Hospira-ICU Medical) de ICU Medical (http://es.icumed.com/)

(9) ChemoClave, Hospira-ICU Medical (http://www.icumed.com/products/oncology/hazardous-drug-closed-systems-and-cstds/chemoclave.aspx)

(10) Chemolock; Hospira-ICU Medical (http://www.icumed.com/products/oncology/hazardous-drug-closed-systems-and-cstds/chemolock.aspx)

(11) Sistema de conexión múltiple ámbar con cuatro tomas en Y. BD. (https://www.bd.com).

(12) Smartsite ™ de BD (https://www.bd.com/es-es/our-products/browse-brands/smartsite)

(13) Texium ™ de BD (https://www.bd.com/es-es/our-products/browse-brands/texium)

(14) Phaseal, Becton Dickinson and Company (http://www.bd.com/pharmacy/phaseal)

(15) Sistema universal con Texium (https://www.bd.com)

(16) Set administración cuatro tomas. Palex (https://www.palexmedical.com)

(17) Equashield® II (Closed system. https://www.equashield.com)

(18) Qimono, Vygon. (https://www.vygon.com)

Bibliografía general

Alonso Herreros JM, *et al* (2016).
Estructura para la manipulación segura de medicamentos peligrosos: recomendaciones sobre instalaciones, sistemas cerrados y equipos de protección individual. VVAA. Monografías de farmacia hospitalaria y de atención primaria. Medicamentos peligrosos (nº6). Bayer Hispania SL.
https://www.sefh.es/fichadjuntos/Monografias_FH_Medicamentos_Peligrosos.pdf

FDA. Product code ONB (2018)
https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfpcd/classification.cfm?ID=ONB

González-Haba Peña E. *et al*. (2016).
Comparative study of preparation of hazardous drugs with different closed-system drug transfer devices by means of simulation with fluorescein.
Farm Hosp 2016 40(6):496–503.
http://scielo.isciii.es/pdf/fh/v40n6/05original04.pdf

González-Haba E, *et al.* (2013)
Actualización en el manejo seguro de fármacos citostáticos.
Farm Hosp. 2013;202:18–30.
https://www.sefh.es/sefhpdfs/SistemasCerrados_2017_Rcn.pdf

González-Haba E, *et al.* (2015)
Evaluation and selection of closed-systems for safe cytostatics handling.
Eur J Clin Pharm. 17(4):279–88.
https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5260659

International Society of Oncology Pharmacy Practicioners Standards Committee (2007).
ISOPP standards of practice. Safe handling of cytotoxics.
J Oncol Pharm Pract Off Publ Int Soc Oncol Pharm Pract. 2007;13 Suppl:1–81.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).
NTP 1.134: Exposición laboral a medicamentos peligrosos: sistemas seguros para su preparación.
INSST. Colección de Notas Técnicas de Prevención. 2018

NIOSH. NIOSH Alert. Preventing occupational exposure to antineoplastic and other hazardous drugs in health care setting. (2004). Publication Number 2004-165
https://www.cdc.gov/niosh/docs/2004-165/pdfs/2004-165.pdf?id=10.26616/NIOSHPUB2004165

USP 2016 General Chapter <800> Hazardous Drugs—Handling in Healthcare Settings. United States Pharmacopeia. USP 2016. *Entrada en vigor: 1de diciembre 2019*.
http://www.usp.org/compounding/general-chapter-hazardous-drugs-handling-healthcare.

Este documento ha sido avalado por:

Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria SEFH:

- Grupo de Farmacia Oncológica GEDEFO,
- Grupo Productos Sanitarios GPS,
- Grupo Farmacotécnia.

Han colaborado:

Juan F. Márquez Peiró

VITHAS-HOSPITAL PERPETUO SOCORRO INTERNACIONAL. ALICANTE.

José María Alonso Herreros

HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO LOS ARCOS DEL MAR MENOR. MURCIA.

Olga Delgado Sánchez

HOSPITAL UNIVERSITARI SON ESPASES. PALMA.

Silvia Valero García

UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE. VALENCIA.

Ana Cristina Cercós Lleti

HOSPITAL UNIVERSITARIO DR. PESET. VALENCIA.

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSST, nº NTP, año y título. NIPO: 276-18-030-2