



Violencia en el trabajo de origen externo.

Workplace violence from external sources.
Violence au travail d'origine externe.

Autor:

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

Elaborado por:

Marina Ortiz López.

Laura Maté Miranda.

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST.

La violencia en el trabajo puede provenir tanto de personas que forman parte de la propia organización como de personas externas a la misma, por lo que la consideración de este último tipo, en sectores y colectivos con exposición directa o indirecta al público, es crucial para prevenir riesgos que puedan deteriorar la seguridad y la salud de la población trabajadora. La presente NTP se basa en la misma fuente, clasificación, tipología y concepto expuestos en la NTP 489. Con ella, se pretende conceptualizar y caracterizar la violencia de origen externo, describir actividades y factores de riesgo asociados a este tipo de violencia, así como abordar su gestión preventiva, poniendo el foco principalmente en las condiciones de trabajo psicosociales. Además, se proporciona un ejemplo de identificación del suceso violento de origen externo en el entorno laboral para facilitar su comunicación.

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

Según el diagnóstico de situación elaborado por el INSST sobre “Salud mental y trabajo” (INSST, 2023), los datos del Módulo Especial de la EPA 2020 sobre accidentes laborales y problemas de salud relacionados con el trabajo muestran que el 3,8% de la población encuestada expuesta a violencia o amenaza de violencia presenta un daño sobre la salud mental (3,6% hombres y 4,1% mujeres). Además, el 16% de la población encuestada manifiesta estar expuesta a un trato difícil con la clientela, pacientes, alumnado u otro tipo de personas usuarias, siendo el segundo factor más ligado al deterioro de dicho componente de la salud (el 14,2% en el caso de los hombres y el 18,7% en el de las mujeres). Teniendo estos datos en cuenta, la gestión de los riesgos laborales debe contemplar tanto los factores de riesgo relacionados con la exposición a violencia de origen interno como aquellos que puedan aumentar la probabilidad de violencia de origen externo (ver NTP 854: Acoso psicológico en el trabajo: definición - año 2009 y NTP 507: Acoso sexual en el trabajo - año 1999).

España suscribió y ratificó el Convenio 190 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre violencia y acoso (2019), que fue publicado en el Boletín Oficial del Estado el 16 de junio de 2022. Este convenio también enfatiza la importancia de abordar la violencia de origen externo. Si bien la violencia de origen interno es transversal a una gran variedad de sectores y colectivos, la violencia de origen externo se da en mayor medida en aquellas actividades en las que hay una exposición directa o indirecta al público. En este sentido, la exposición a este riesgo psicosocial es mayor en la administración pública y defensa (13%), en actividades sanitarias y de servicios

sociales (12,8%) y en actividades de transporte y almacenamiento (5,9%) (INSST, 2023). En consecuencia, la gestión preventiva de cualquier tipo de violencia y, en concreto, de la violencia de origen externo en determinadas actividades, es necesaria para proteger la seguridad y la salud de la población trabajadora.

2. CONCEPTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA VIOLENCIA DE ORIGEN EXTERNO

Una de las clasificaciones más relevantes en relación con la violencia en el trabajo es la realizada por la *California Division of Occupational Health and Safety*, que categoriza las conductas violentas en función del tipo de relación de las personas que han estado implicadas (CAL/OSHA, 1995). Así, se recogen diferentes tipos de violencia: violencia tipo I o violencia externa; violencia tipo II o violencia de servicios; violencia tipo III, también llamada violencia relacional o interna; y violencia tipo IV, cuando la violencia es externa pero la relación entre la persona trabajadora y la persona agresora es de carácter personal (ver NTP 489: Violencia en el lugar de trabajo - año 1998).

En la tabla 1 se recoge esta clasificación y para cada tipo de violencia: el tipo de relación de las personas implicadas, ejemplos no exhaustivos de sucesos violentos, y sectores y colectivos en los que hay una mayor probabilidad de que se produzcan dichos sucesos. En esta clasificación cabe aclarar la distinción de los tipos de relación entre las personas implicadas en un hecho violento:

- *Relación profesional o de servicio*: la violencia se produce por parte de una persona que recibe el servicio que presta la persona trabajadora agredida.

- *Relación interna*: la violencia se produce entre personas que forman parte de la misma organización, vinculadas por una relación laboral o estatutaria, sin perjuicio de cuál sea su posición jerárquica.
- *Relación personal*: la violencia se produce entre personas unidas por un vínculo personal ajeno a la organización, pero en el contexto laboral de la persona trabajadora agredida.

VIOLENCIA	TIPO DE VIOLENCIA	TIPO DE RELACIÓN	EJEMPLOS DE SUCESOS VIOLENTOS	EJEMPLOS DE SECTORES Y COLECTIVOS
Externa	Tipo I	No existe relación profesional o de servicio. No existe relación interna (laboral o estatutaria). No existe relación personal.	Atraco, robo.	Banca, cajas de ahorros, comercio, transporte, joyerías, platerías, defensa, personal de gasolineras, vigilancia y seguridad, entre otros.
	Tipo IV	No existe relación profesional o de servicio. No existe relación interna (laboral o estatutaria). Sí existe relación personal.	Acto violento de personas del entorno cercano a la persona trabajadora.	Transversal.
De servicios	Tipo II	Sí existe relación profesional o de servicio. No existe relación interna (laboral o estatutaria). Puede o no existir relación personal.	Acto violento de clientela, pacientes, alumnado u otras personas usuarias.	Sanitario, servicios sociales, educación, hostelería, administración pública, defensa, personal repartidor de entrega a domicilio mediante plataformas digitales (<i>riders</i>), entre otros.
Relacional o interna	Tipo III	Sí existe relación profesional o de servicio. Sí existe relación interna (laboral o estatutaria). Puede o no existir relación personal.	Acto violento de compañeros/as de trabajo, tengan o no superioridad jerárquica u otras personas trabajadoras concurrentes en los lugares de trabajo cuando hay concurrencia de actividades en el centro de trabajo.	Transversal.

Tabla 1. Clasificación de la violencia (CAL/OSHA, 1995).

En base a esta clasificación, la violencia puede tener un origen interno o externo. En concreto, la violencia en el trabajo de origen externo abordada en la presente NTP alude a la violencia externa (I y IV) y a la violencia de servicios (II).

La *violencia en el trabajo de origen externo* es definida por la Agencia Europea para la Salud y Seguridad en el Trabajo como "...los insultos, las amenazas o la agresión física o psicológica ejercidos contra un trabajador por personas ajenas a la organización en la que trabaja, incluidos los usuarios y clientes, y que ponen en peligro la salud, la seguridad o el bienestar del trabajador (...). Puede haber en esa violencia un componente racial o sexual" (EU-OSHA, 2002). Por tanto, este tipo de violencia proviene de terceras personas ajenas a la organización, siendo la víctima la persona trabajadora que, en su entorno laboral, se encuentra en posición de vulnerabilidad. Esta violencia se puede generar estando o no la persona trabajadora ejerciendo sus funciones profesionales.

Las *violencias tipo I y IV, o externa*, se caracterizan por la ausencia de relación profesional o de servicio entre la persona agresora y la persona trabajadora agredida (CAL/OSHA, 1995). Uno de los sucesos violentos más característicos de este tipo de violencia es el atraco o robo. Tal y como se recoge en el Criterio Técnico 87/2011 de la Inspección de Trabajo y Segu-

ridad Social (ITSS), sobre actuaciones inspectoras en relación con el riesgo laboral de atraco, "el atraco es un acto delictivo cometido por personas ajenas a la empresa y que se encuentran fuera del ámbito de dirección y control del empresario y/o empresaria. A pesar de que la prevención de los atracos compete a las autoridades responsables de la seguridad ciudadana, el/la empresario/a es responsable de adoptar medidas que protejan la seguridad y salud de la persona trabajadora cuando se produce un hecho delictivo en el centro de trabajo" (ITSS, 2011).

La *violencia tipo II o de servicios* se caracteriza por la existencia de una relación profesional o de servicio entre la persona que causa el acto violento y la persona trabajadora (CAL/OSHA, 1995). Los factores de riesgo asociados a este tipo de violencia pueden diferir de los asociados a las violencias tipo I y IV, ya que en este caso el riesgo suele generarse durante la propia prestación del servicio.

El suceso violento de origen externo puede ser caracterizado de la misma forma que el de origen interno. En esta línea, el suceso puede ser:

- *Verbal*: uso de la palabra por la persona agresora para ofender, insultar, injuriar, difamar, desacreditar, ridiculizar, ultrajar, amenazar, intimidar o atemorizar, entre otros, a la persona trabajadora.

- **Físico:** supone el uso de la fuerza física para producir daños. Ejemplos de este tipo de conductas pueden ser una patada, bofetada, empujón, puñetazo, golpe o arañazo, ataques con algún objeto contundente o cortante, con armas blancas o de fuego o mediante el recurso a cualquier otro tipo de elemento o sustancia capaz de causar daño o lesiones físicas a la persona trabajadora.
- **Simbólico:** es un ataque sutil en forma de invasión del espacio personal, de intrusión en lugares no autorizados, de realización de gestos intimidatorios, de ostentación de armas, entre otros.
- **Económico:** abarca la apropiación, deterioro o destrozo de objetos y pertenencias del centro de trabajo o particulares del personal empleado en el mismo, la manipulación sin consentimiento de instrumental de trabajo o de mobiliario de la organización, el chantaje con no pagar un servicio, entre otros.

Estos sucesos violentos pueden aparecer aislados o de forma conjunta. Asimismo, el suceso violento de origen externo también puede tener un componente *sexual o de género*, entendiéndose como “aquella violencia y acoso que van dirigidos contra las personas por razón de su sexo o género” (EU-OSHA, 2002; Ley Orgánica 10/2022, de 6 de septiembre, de garantía integral de la libertad sexual; Convenio OIT 190).

Además, la violencia de origen externo puede ser ejercida por medio de múltiples canales digitales: programas de mensajería instantánea, llamadas telefónicas, videoconferencias, correos electrónicos profesionales, etc. Por tanto, también se deben contemplar este tipo de violencias, y específicamente las violencias sexuales cometidas en el ámbito digital, lo que comprende la difusión de actos de violencia sexual a través de dichos medios tecnológicos, la pornografía no consentida y la extorsión sexual (Ley Orgánica 10/2022, de 6 de septiembre, de garantía integral de la libertad sexual). En definitiva, la violencia virtual de origen externo podría manifestarse por sucesos de naturaleza sexual o no, ejercidos por un tercero ajeno a la organización por cualquier medio de comunicación digital hacia la persona trabajadora.

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES CON RIESGO DE VIOLENCIA DE ORIGEN EXTERNO

Si bien la violencia de origen interno y tipo IV son transversales a cualquier actividad, la violencia de origen externo de tipo I y II suele presentarse en mayor medida en determinadas actividades. A continuación, se presenta un listado no exhaustivo de particularidades asociadas a la actividad laboral que pueden presentar mayor riesgo de sufrir violencia de origen externo.

- Exposición al público: ofrecer servicios, asistencia o educación.
- Contacto con colectivos de especial conflictividad, por ejemplo, con personas bajo la influencia de drogas.
- Servicios de acceso restringido bajo normas estrictas. Por ejemplo, en el sector transporte, disponer de billete para recibir el servicio, en el sector sanitario, requerir de una cita previa para recibir la atención médica, entre otros.
- Trabajos en solitario o en grupos reducidos.
- Trabajos a turnos y/o un trabajo nocturno.
- Manejo de efectivo o con presencia de bienes valiosos.
- Actividades de seguridad, inspección, control o vigilancia.
- Facilidad de acceso a armas de fuego.
- Tareas profesionales en el exterior de los centros de trabajo.
- Servicios realizados en domicilios o establecimientos de la persona usuaria (como en el caso de repartidores o personal de limpieza, entre otros), el riesgo puede aumentar, especialmente cuando es desempeñado por mujeres en zonas peligrosas o durante la noche.

4. FACTORES DE RIESGO

Las condiciones de trabajo son las características del mismo que pueden tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud de la población trabajadora. En el caso de la violencia de origen externo, las condiciones de trabajo psicosociales tienen una gran importancia en la materialización de la violencia de origen externo, principalmente en la violencia de servicios (tipo II). Esto es debido a que cuestiones ligadas a la deficiente organización del trabajo pueden disminuir la calidad del servicio prestado y, por tanto, aumentar el riesgo de este tipo de violencia (INSST, 2022). Además, las características generales de los centros de trabajo y el entorno también se deben tener en cuenta para prevenir este tipo de violencia. A continuación, se presenta un listado no exhaustivo de algunas condiciones a considerar:

• Condiciones de trabajo psicosociales

- Sobreexposición de trabajo.
- Elevado número de interrupciones, errores o incumplimientos.
- Altas exigencias cognitivas que requieren un elevado esfuerzo mental para dar el servicio.
- Presencia de exigencias emocionales.
- Baja autonomía decisional que imposibilita tomar decisiones para resolver situaciones anómalas que se puedan dar en la prestación del servicio.
- Baja autonomía temporal por la urgencia en las respuestas, lo que provoca la imposibilidad de hacer pausas o detener el servicio.
- Elevado ritmo de trabajo.
- Bajo apoyo social o situaciones de violencia interna.
- Deficiente planificación del trabajo.
- Poca previsión de momentos de mayor volumen de público, lo que puede derivar en demora en la asistencia y largas esperas de la clientela para recibir un servicio.
- Desconocimiento de la organización en la que se trabaja, pudiendo generar una información insuficiente, tardía, inespecífica, de poca calidad, confusa o contradictoria al público.
- Estructuras muy rígidas, burocratizadas y autoritarias o muy flexibles, inestables y precarias.
- Insuficiencia de recursos humanos y materiales en la organización.
- Falta de información institucional al público.
- Negativas no razonadas a las peticiones efectuadas por parte del público.
- Déficit en la formación del personal.
- Descoordinación con otros profesionales para orientar adecuadamente.

• **Características generales de los centros de trabajo y su entorno**

- Ubicados en zonas con alto índice de criminalidad e inseguridad ciudadana.
- Aislados y apartados de los núcleos urbanos.
- Abiertos al público sin limitaciones o sin control de acceso, donde hay una permeabilidad del entorno externo.
- Con numerosos accesos al lugar de trabajo.
- Con una presencia masiva de público.
- Sin servicio de seguridad privada.
- Con déficit de equipamiento o instalaciones deterioradas.
- Con salas de espera y lugares comunes abarrotados, inadecuados e incómodos.
- Con mobiliario que obstaculiza la huida de las personas trabajadoras en caso de sucesos violentos.
- Con condiciones ambientales inadecuadas: ruido, iluminación y temperaturas molestas.

5. GESTIÓN PREVENTIVA

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, establece que el/la empresario/a debe proteger a las personas trabajadoras de cualquier tipo de riesgo, incluyendo los de naturaleza psicosocial, para garantizar su seguridad y salud. Para ello, según el artículo 15 de la citada ley, se deberá, prioritariamente, eliminar el riesgo desde el origen o reducirlo al máximo posible.

En este contexto, la violencia de origen externo debe estar contemplada principalmente en las actuaciones preventivas de las empresas cuyas actividades presenten mayor riesgo de este tipo de violencia, en las que se entiende que el riesgo de que se produzca violencia de origen externo está siempre presente, por lo que, al no poder eliminarlo en origen, es necesario hacer una adecuada gestión preventiva del mismo, actuando sobre los factores de riesgo.

5.1. Evaluación

La evaluación de riesgos debe incluir la identificación de los factores de riesgo relacionados con la violencia de origen externo, es decir, principalmente, las condiciones de trabajo psicosociales y las características generales de los centros de trabajo y su entorno.

Para profundizar en las primeras, se debe llevar a cabo una evaluación de riesgos psicosociales. En estas evaluaciones debemos partir de las Unidades de Análisis (UA). Las UA son condiciones sociodemográficas para las que puede existir una exposición desigual a los factores de riesgo psicosocial, tales como personal con exposición al público, que realice trabajo en solitario o en grupos reducidos, que manejen bienes valiosos o dinero, con acceso a armas de fuego, entre otros. Con respecto al método de evaluación, actualmente no se dispone de un método específico de evaluación del riesgo de violencia de origen externo. Cabe aclarar que, tal y como se establece en el Criterio Técnico 104/2021 de la ITSS sobre actuaciones de la ITSS en riesgos psicosociales, hay que observar que el método o procedimiento de evaluación de los riesgos psicosociales abarque todos los factores de riesgo psicosocial presentes en los centros de trabajo. Por tanto, si se utiliza un método que no contempla condiciones de trabajo psicosociales que puedan dar lugar a un riesgo de violencia de origen externo, se habrán de utilizar otros métodos de evaluación complementarios.

En la evaluación de riesgos psicosociales es ampliamente recomendada la utilización combinada de técnicas cuantitativas y cualitativas/participativas. Si en la evaluación cuantitativa de riesgos psicosociales se opta por la utilización del método FPSICO desarrollado por el INSST, es aconsejable prestar especial atención a aquellos ítems que permiten valorar los factores psicosociales con mayor vinculación a los sucesos de violencia de origen externo (principalmente de servicios). Estos factores psicosociales pueden estar asociados a hechos previos al suceso violento (preincidente) o posteriores (postincidente), y se recogen en la tabla 2, junto con un listado no exhaustivo de ejemplos.

FACTOR PSICOSOCIAL	ÍTEMES DEL MÉTODO FPSICO		EJEMPLOS
PREINCIDENTE			
Autonomía (AU)	Temporal	3. Posibilidad de atender asuntos personales.	El personal sanitario sin autonomía para gestionar sus descansos ni decidir sobre la duración o frecuencia de las consultas; el personal repartidor de entrega a domicilio mediante plataformas digitales, al asignarse los pedidos sin margen para ajustar tiempos de entrega, etc.
		7. Distribución de pausas reglamentarias.	
		8. Adopción de pausas no reglamentarias.	
		9. Determinación del ritmo de trabajo.	
	Decisional	10. Autonomía Decisional sobre: <ul style="list-style-type: none"> a. Actividades y tareas. b. Distribución de tareas. c. Distribución del espacio de trabajo. d. Métodos, procedimientos y protocolos. e. Cantidad de trabajo. f. Calidad del trabajo. g. Resolución de incidencias. h. Distribución de turnos. 	El personal de comercio que debe seguir unas normas exactas para la devolución de productos defectuosos; el personal de transporte que no puede decidir la ruta a seguir según las condiciones del tráfico; el personal de Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado que necesariamente ha de actuar con violencia ante determinados escenarios, etc.

Carga de Trabajo (CT)	23. Tiempo asignado a la tarea.	El personal de recepción que tiene un gran volumen de personas a las que atender, debe prestar atención a distintas tareas de forma simultánea mientras ejecuta el servicio, necesita durante la prestación del servicio pedir ayuda constantemente a otros/as compañeros/as, etc.
	24. Tiempo de trabajo con rapidez.	
	25. Aceleración del ritmo de trabajo.	
	21. Tiempo de atención.	
	22. Intensidad de la atención.	
	27. Atención sobre múltiples tareas.	
	30. Interrupciones.	
	31. Efecto de interrupciones.	
	32. Previsibilidad de las tareas.	
	26. Cantidad de trabajo.	
	28. Dificultad de trabajo.	
	29. Necesidad de ayuda.	
Demandas psicológicas (DP)	33 a-e. Exigencias cognitivas.	El personal médico que debe dar un diagnóstico preciso en la consulta; el personal de una línea telefónica de atención al cliente que recibe quejas de forma continua, etc.
	33 f. Requerimiento de trato con personas.	
	34 d. Ocultación de emociones.	
	36. Demandas de respuesta emocional.	
Variedad/Contenido (VC)	40 c. Reconocimiento del trabajo.	El/la Cajero/a de supermercado que percibe falta de reconocimiento de su esfuerzo y que su trabajo no es valorado socialmente, etc.
Desempeño de rol (DR)	14. Ambigüedad de Rol.	El personal de seguridad que atiende a preguntas de la clientela, pero su principal función es la vigilancia y prevención de robos, etc.
	15 a-d. Conflicto de Rol.	
	15 e. Sobrecarga de Rol.	
Relaciones y apoyo social (RAS)	16. Apoyo social instrumental de distintas fuentes.	El personal docente con poca ayuda del resto de compañeros/as para gestionar problemáticas con el alumnado y sus familiares, etc.
	17. Calidad de las relaciones.	
	18 a. Exposición a conflictos interpersonales.	
POSTINCIDENTE		
Relaciones y apoyo social (RAS)	18 b-d. Exposición a situaciones de violencia.	Detección cuando ya se ha producido el suceso violento.

Tabla 2. Factores del FPSICO que podrían asociarse a la violencia de origen externo, ítems de la herramienta y ejemplos.

Es importante aclarar que en esta tabla se recogen aquellos ítems que podrían asociarse en mayor medida a la violencia de origen externo y algunos ejemplos ilustrativos, sin perjuicio de que se deban valorar otros que no se encuentran incluidos en la tabla y cuya información es facilitada por la propia herramienta. Como se ha comentado con anterioridad, el FPSICO no es un método diseñado para evaluar ningún tipo de violencia, pero contempla factores psicosociales que pueden facilitar esta evaluación. Además, cabe aclarar que los ítems vinculados a las relaciones y apoyo social no indican si la exposición a situaciones de violencia tiene un origen externo o interno.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, es fundamental considerar las características generales de los centros de trabajo y su entorno. Para una gestión preventiva eficaz de la violencia de origen externo, no basta con contemplarla en la evaluación de los riesgos psicosociales; es necesario tener en cuenta otros factores de riesgo, incluyendo aquellos de naturaleza estructural y ergonómica (medidas de seguridad implantadas, disposición de espacios, entre otros).

5.2. Medidas Preventivas

A continuación, se abordan algunas medidas preventivas para tener en cuenta frente a la violencia de origen externo.

- *Política preventiva sensible a la violencia de origen externo*

El Plan de Prevención de Riesgos Laborales es la herramienta a través de la cual se integra la actividad preventiva de la empresa en su sistema general de gestión y se establece su política de prevención de riesgos laborales. Para prevenir la violencia de origen externo debería existir en la empresa una política preventiva que contemple la violencia interna y externa. Desde esta óptica, cabe recoger recursos técnicos, humanos, materiales y económicos necesarios para combatir este tipo de violencia. Esta política debería ser conocida tanto por las personas trabajadoras de la empresa como por terceras personas ajenas a la misma (clientela, pacientes, alumnado u otro tipo de personas usuarias). Es importante hacer hincapié

y publicitar que la empresa adoptará acciones legales ante cualquier agresión o coacción al personal trabajador, incluyendo responsabilidades de tipo penal, en su caso.

- *Gestión psicosocial*

Como ya se ha comentado, existen condiciones de trabajo psicosociales que favorecen este tipo de violencia, sobre todo la violencia de servicios. Por tanto, en base a los resultados de la evaluación, se debería llevar a cabo una intervención psicosocial, seguimiento y control de las medidas (ver NTP 944 y 945: intervención psicosocial en prevención de riesgos laborales: principios comunes (I)- Año 2012).

- *Actuaciones sobre los centros de trabajo*

Con respecto al lugar de trabajo, se debe cumplir el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Los niveles de ruido deben mantenerse en el mínimo posible; debe garantizarse una adecuada iluminación, así como condiciones apropiadas de temperatura, humedad y ventilación, y los colores deberían tener un tono y una brillantez suaves. En este sentido, es importante destacar que el cumplimiento estricto de dicho real decreto no siempre es sinónimo de que resulte ergonómico o favorezca la prevención de este tipo de violencia. Además, la disposición del mobiliario debe ser tal que no obstruya la huida del personal en caso necesario, así como evitar la creación de rincones o áreas oscuras. El mobiliario debería tener características intrínsecas que contribuyan a prevenir la violencia física de origen externo (mesas grandes, bordes redondeados, puntos de anclaje, etc.). En lo que concierne a los accesos al lugar de trabajo, estos deberían ser seguros, por lo que es aconsejable que las zonas de aparcamiento de los vehículos del personal se sitúen en las proximidades del lugar de trabajo para que las personas trabajadoras se tengan que desplazar lo mínimo posible, y siempre con la finalidad de crear un entorno de trabajo cómodo y seguro. En lo que respecta al espacio en el lugar de trabajo, debería ser adecuado para garantizar el descanso del personal, así como prohibir o controlar el acceso de personas ajenas a la organización. También se podrían instalar cámaras de vigilancia para proporcionar una mayor seguridad. En este sentido, es importante tener en cuenta que el artículo 89 de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales indica que la empresa podrá instalar cámaras de videovigilancia, siempre que se informe con carácter previo, y de forma expresa, clara y concisa, a las personas trabajadoras y sus representantes. Además, el Real Decreto 2364/1994, de 9 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Privada, incluye medidas de seguridad obligatorias según el tipo de actividad (bancos, cajas de ahorro, joyerías, platerías, galerías de arte, estaciones de servicio, entre otras) tales como cámaras, conexión a policía, alarmas, cristales blindados, etc.

- *Refuerzo o fomento de recursos personales*

El personal de la empresa debe recibir formación específica y ser entrenado para detectar posibles señales de riesgo de violencia de origen externo y conocer los efectos adversos que puede tener este tipo de violencia, con el fin de que puedan reconocer los peligros, actuar de forma adecuada o cambiar el comportamiento en caso de

no ser adecuado. El personal debe estar entrenado para saber cómo actuar en caso de violencia externa y como activar en su caso los dispositivos de seguridad (alarma silenciosa, etc.). Son también importantes las asesorías y el acompañamiento por parte de la dirección de la empresa, así como la ayuda jurídica en todo caso.

- *Elaboración de códigos de conducta*

En lo que concierne a la información y comunicación, se podrían recopilar, distribuir y aplicar guías o códigos de conducta, así como campañas gráficas o escritas, en los que se expliquen las obligaciones y los derechos de la clientela, pacientes, alumnado u otro tipo de personas usuarias.

- *Elaboración de Protocolos de actuación frente a la violencia externa*

La elaboración de protocolos de actuación es fundamental para la prevención de la violencia de origen externo. Es importante que todas las personas trabajadoras sepan cómo y dónde notificar si ha ocurrido un suceso de violencia de origen externo y sensibilizar sobre ello.

Todos los agentes protagonistas deberían estar implicados en la prevención de estos riesgos laborales: la población trabajadora debería notificar todos los sucesos violentos, la empresa debería asumir la investigación y la atención sanitaria (canalizadas por la modalidad de la organización de la actividad preventiva), así como el registro de sucesos violentos, por último, la representación legal de la población trabajadora deberá ser consultada y participar en todas las cuestiones ligadas con la gestión de estas situaciones.

En el caso de que se materializara el acto violento de origen externo, es fundamental la investigación del suceso de forma interna, al igual que ocurre con el resto de los accidentes de trabajo e incidentes en el ámbito laboral. A este respecto, los sucesos violentos que se producen en el trabajo deben identificarse, notificarse y registrarse, para contribuir a evitar que se repitan en un futuro. En cualquier caso, a la hora de notificar el suceso, se debe poder omitir alguno de los datos recogidos, con el fin de garantizar el anonimato y la confidencialidad de la persona que lo notifica. Los destinatarios de esta comunicación deberían ser el/la empresario/a, el personal técnico de prevención de riesgos laborales, así como la representación legal de la población trabajadora si la hubiere. Además, en el caso de que el acto violento de origen externo derive en lesiones físicas o psíquicas para la persona trabajadora, se debe identificar como accidente de trabajo en el Sistema de Declaración Electrónica de Trabajadores Accidentados (Sistema Delt@). En este sentido, dicho sistema recoge como código del tipo de lesión: 110: trauma psíquico, choque traumático y 111: Daños psicológicos debidos a agresiones y amenazas.

6. REGISTRO DE SUCESOS VIOLENTOS DE ORIGEN EXTERNO

El objetivo de recoger los datos de los sucesos violentos de origen externo es proporcionar la información necesaria y suficiente para que, conociendo su casuística, se puedan poner en marcha medidas preventivas y correctivas específicas para el control de esta violencia, el manejo de situaciones y la actuación post suceso. En la tabla 3 se describen dichas comunicaciones:

¿Qué sucesos se deberían comunicar?	Todo suceso violento de origen externo debería ser comunicado por parte de la persona trabajadora agredida o testigo del suceso. Se deberían comunicar todas las agresiones físicas, verbales, simbólicas, económicas, ya tengan una naturaleza sexual o no y sean cometidas por medios tecnológicos o no.
¿Cuándo se podrían comunicar?	En el momento de producirse el suceso violento o a la mayor brevedad posible.
¿Cuántas comunicaciones se deberían realizar?	Un suceso violento podría haber más de una persona agredida, y cada agresión podría tener repercusiones diferentes, por tanto, debería comunicarse una por cada persona trabajadora agredida: <ul style="list-style-type: none"> • 1 persona trabajadora agredida y 2 o más personas agresoras = 1 comunicación. • 2 o más personas trabajadoras agredidas y 1 o más personas agresoras = 2 o más comunicaciones.
¿Quién debería hacer la investigación?	Como cualquier incidente o accidente con o sin baja laboral, el/la empresario/a deberá hacer la investigación y registro del suceso, apoyándose en la versión de la/s víctima/s, testimonios y material gráfico si existe (fotografías, video, notas escritas, etc.).

Tabla 3. Descripción de la comunicación del suceso violento de origen externo.

A continuación, se presenta una propuesta con ejemplos de datos a recabar sobre el suceso violento de origen externo. Cada organización, tras la consulta y par-

ticipación con las personas trabajadoras o la representación legal, podría consensuar otro tipo de información adicional a comunicar.

DATOS DE LA AGRESIÓN	INFORMACIÓN
Identificación de la persona trabajadora agredida	Sexo, edad, departamento, categoría profesional, antigüedad, si ha sido víctima de otras agresiones con anterioridad, si tiene formación en violencia de origen externo, entre otras.
Perfil de la persona agresora	Sexo, edad o aproximación, entre otras. Tipo de relación con la persona agredida: profesional o de servicios, interna o personal. Se podría identificar como "Relación habitual" si existe una relación continuada como mínimo de 3 meses entre los agentes implicados (personal sanitario – pacientes, profesorado- alumnado y familiares, personal conductor- viajero/a, personal de prisiones-preso/a, etc.).
Características de la agresión	<p>Tipo de agresión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agresión física: indicar tipo de lesión, alcance y arma utilizada, si procede. • Agresión verbal: indicar tipo de insultos o vejaciones, amenazas, coacciones, gestos, etc. • Agresión simbólica: indicar tipo de actos y si va unida o no a la agresión física y/o verbal. • Agresión económica: indicar desperfectos en bienes de las personas trabajadoras y/o de la organización. • Agresión sexual. • Agresión por medios telemáticos. <p>Factores de riesgo: condiciones de trabajo psicosociales y características de los centros de trabajo, entre otros.</p> <p>Otros datos: fecha, lugar y hora de la agresión, turno, entre otros.</p>
Causas alegadas en la agresión	<p>Relacionadas con las demandas de la persona ajena a la organización (ejemplos):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demanda de atención sin cita previa o fuera de horario. • Demanda de atención inmediata. • Demanda sin presentar la documentación. <p>Relacionadas con la atención recibida por la persona ajena a la organización (ejemplos):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desacuerdo en los tiempos de espera. • Desacuerdo por falta de información y/o comunicación adecuada. • Desacuerdo con el trato recibido (generalmente, por parte de la víctima o en su defecto por la organización). • Desacuerdo con las normas internas de la organización en cuanto a la gestión del servicio. Insatisfacción con el servicio recibido o producto adquirido. Intento de robo/atraco. <p>Causas ajenas a la organización o a la asistencia prestada (ejemplos):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discusión entre personas usuarias, pacientes, clientela, etc. • Estado o condición de la propia persona agresora (estado de agitación por trastornos mentales, consumo de sustancias y/o problemas personales).
Repercusiones del suceso violento	<p>Consecuencias sobre la salud de la persona trabajadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lesión física, problemas de salud mental... <p>Nivel asistencial recibido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atención primaria, atención hospitalaria... <p>Consecuencias sobre la organización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interrupción de la jornada, baja... Si causa Incapacidad Temporal, se debería especificar un criterio de duración, recaída, etc. <p>Actuaciones postincidente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidas tomadas por la organización con plazo de actuación.
Otros	Por ejemplo: indicar si el/la agresor/a es reincidente.

Tabla 4: Propuesta con ejemplos de datos a recabar sobre el suceso violento de origen externo.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO (EU-OSHA). Facts 24, la violencia en el trabajo. 2002. [consulta. 20 de febrero de 2025]. Disponible en: [Factsheet 24 - La violencia en el trabajo | Safety and health at work EU-OSHA \(europa.eu\)](https://osha.europa.eu/en/safety-and-health/factsheets/24-violence-work)

CALIFORNIA DIVISION OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY (CAL/OSHA). Guidelines for Workplace Security, 1995.

Garantía integral de la libertad sexual. Ley 10/2022, de 6 de septiembre. Boletín Oficial del Estado, nº 215 (07-09-2022).

INSPECCIÓN DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL (ITSS). Criterio N.º 104/2021 sobre actuaciones de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en riesgos psicosociales, 2021.

INSPECCIÓN DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL (ITSS). Criterio N.º 87/2011 sobre actuaciones inspectoras en relación al riesgo laboral de atraco, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (INSST). Directrices básicas para la gestión de los riesgos psicosociales, 2022. [consulta. 20 de febrero de 2025]. Disponible en: [Directrices básicas para la gestión de los riesgos psicosociales](https://www.insst.es/documents/94886/5326464/Directrices_basicas_para_la_gestion_de_los_riesgos_psicosociales)

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (INSST). Salud mental y trabajo. Diagnóstico de la situación, 2023. [consulta. 20 de febrero de 2025]. Disponible en: [www.insst.es/documents/94886/5326464/](https://www.insst.es/documents/94886/5326464/Salud+Mental+y+Trabajo+2023.pdf/9a0163c8-e840-0b47-ea05-dc4e46e866ab?t=1687776097872)
[Salud+Mental+y+Trabajo+2023.pdf/9a0163c8-e840-0b47-ea05-dc4e46e866ab?t=1687776097872](https://www.insst.es/documents/94886/5326464/Salud+Mental+y+Trabajo+2023.pdf/9a0163c8-e840-0b47-ea05-dc4e46e866ab?t=1687776097872)

Instrumento de adhesión al Convenio sobre la eliminación de la violencia y el acoso en el mundo del trabajo. Boletín Oficial del Estado, nº 143 (16-06-2022).

Prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995, de 8 de noviembre. Boletín Oficial del Estado, nº 269 (10-11-1995).

Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Ley Orgánica 3/2018. Boletín Oficial del Estado, nº 294 (6-12-2018).

Reglamento de Seguridad Privada. Real Decreto 2364/1994. Boletín Oficial del Estado, nº 8 (10-01-1995).



Sustitución de agentes químicos peligrosos (III): modelo de columnas (versión 2020).

*Substitution des agents chimiques dangereux (III): mise à jour du modèle de colonne (version 2020).
Substitution of hazardous chemical agents (III): column model update (version 2020).*

Autor:

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

Elaborado por:

Francisco Alberto Vicente de la Peña.
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST.

La presente NTP sustituye a la NTP 712, dedicada a la descripción del modelo de columnas alemán, para la sustitución de agentes químicos peligrosos, con el objetivo de adaptarla al Reglamento (CE) nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP) y a la última versión (2020) del Modelo de Columnas del el Instituto de Salud y Seguridad en el Trabajo del Seguro Social de Accidentes de Alemania (IFA, por sus siglas aleman). Esta herramienta describe una metodología sencilla, dirigida a pequeñas empresas, para comparar los peligros de dos o más sustancias con la finalidad de seleccionar una sustancia que resulte menos peligrosa.

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 sustitución de agentes químicos peligrosos por otros menos peligrosos o no peligrosos debe considerarse una acción prioritaria, según lo establece la legislación vigente desde los principios de la acción preventiva (artículo 15 de la LPR). El objetivo es eliminar o reducir los peligros a los que están expuestas las personas en su lugar de trabajo.

Aunque esta es una de las primeras medidas a considerar, el proceso de sustitución de un agente químico es complejo. Desde el ámbito de la normativa de comercialización de sustancias químicas, el Reglamento (CE) nº 1907/2006 de Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias y mezclas químicas (REACH) y el Reglamento CLP, se ha contemplado este aspecto y, por ejemplo, el REACH a través de sus procesos de autorización y restricción ya limita la comercialización o solicita más requisitos para que las sustancias más peligrosas se manejen de una manera segura y las medidas de control sean más eficaces. La Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA), facilita información y herramientas sobre los pasos que hay que tener en cuenta, a la hora de realizar una sustitución.

La ECHA menciona los siguientes pasos:

- 1º. Identificación: El primer paso para llevar a cabo con éxito la sustitución es identificar las sustancias peligrosas que se utilizan y priorizar aquellas que podrían ser candidatas para su sustitución.
- 2º. Búsqueda de alternativas: Una vez identificada la sustancia que se quiere sustituir, se deben buscar alternativas. Se recomienda explorar una amplia

gama de opciones, incluyendo sustancias, técnicas y diseños de productos. Para que una alternativa sea viable, debe haber suficiente información sobre sus propiedades. La propia ECHA ofrece recursos y herramientas para facilitar esta búsqueda, incluyendo la base de datos del catálogo de clasificación y etiquetado de sustancias.

- 3º. Análisis de alternativas: cuando se identifiquen las posibles alternativas, se deben comparar y seleccionar aquellas que mejor se ajusten al proceso y cuyo resultado final sea el esperado. En esta etapa se deben valorar los riesgos y peligros, funcionalidad, viabilidad económica y otros posibles impactos, con el fin de evitar resultados indeseados o que se sustituyan unos riesgos por otros. Una vez realizado un análisis general, se profundizará en los criterios clave para la toma de decisiones. Si se opta por una sustancia química alternativa, es esencial realizar una evaluación de los riesgos potenciales asociados y consultar bases de datos de información toxicológica y de exposición. También es necesario evaluar el rendimiento, considerando el ciclo de vida del producto y otros aspectos como las emisiones de gases de efecto invernadero.
- 4º. Pruebas e implementación: Una vez seleccionada la alternativa más adecuada, se deben realizar pruebas piloto para verificar y ajustar los cambios en el proceso necesarios para implementar la sustitución. Si los resultados son satisfactorios, se procederá al escalado industrial.
- 5º. Transmisión de información: Una vez completada la sustitución, es necesario comunicar este cambio a clientes y proveedores, en el caso de que tuviera implicaciones en sus procesos o productos.

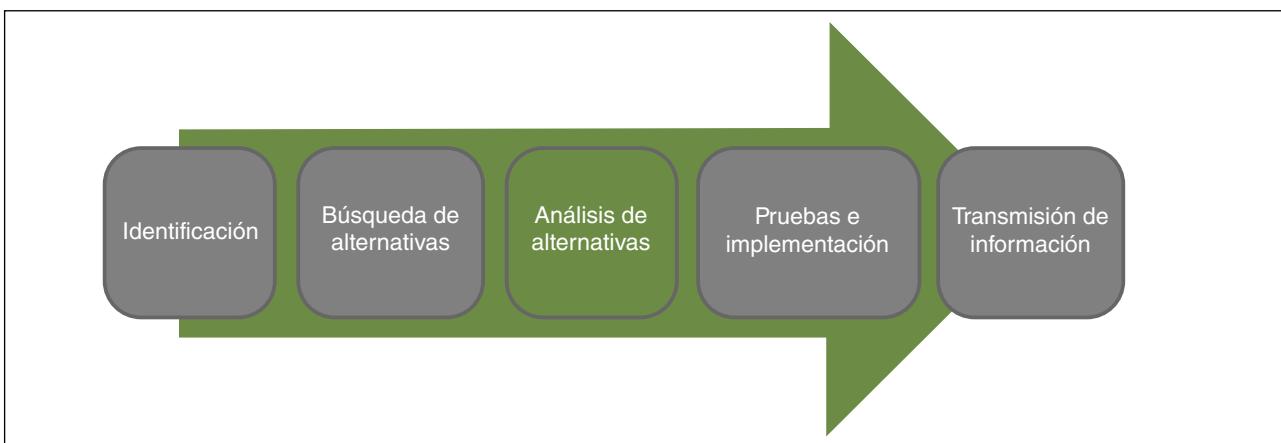


Figura 1: Pasos descritos por la ECHA para llevar a cabo un proceso de sustitución¹.

Puede darse el caso que la sustitución de una sustancia, una vez realizado el proceso de estudio de sustitución, no sea viable. Sin embargo, durante el proceso, se habrá obtenido más información sobre el mismo, se habrá colaborado con agentes implicados que resulten en un conocimiento mayor para también facilitar la implantación de medidas de control más específicas. Posteriormente, debido a que la sustancia no puede ser sustituida por ninguna otra, se continúa estando en una situación de peligro. Sin embargo, se tiene más información debido al estudio de sustitución realizado, y esta información puede ayudar a valorar o a mejorar las medidas de control ya implantadas, con el objetivo de reducir la exposición al mínimo posible.

A lo largo de la historia se han dado casos de sustitución en los que a *a priori* parecían alternativas más seguras pero que posteriormente, se ha demostrado que no lo eran, como es el caso de los hidrocarburos polifluorohalogenuados (freones) y los policlorobifenilos (PCB)².

2. LA SUSTITUCIÓN EN EL ÁMBITO NORMATIVO

El concepto de sustitución viene recogido en distintas normativas relativas de prevención de riesgos laborales al estar entre las medidas prioritarias para eliminar y reducir el riesgo, lo que se conoce como la jerarquía de control. Además, desde la entrada en vigor, de los Reglamentos REACH y CLP, se ha promovido la sustitución desde su origen, prohibiendo o limitando determinados usos o directamente la fabricación y comercialización. Además, desde la perspectiva medioambiental, y con los marcos normativos correspondientes, se ha impulsado también la sustitución de aquellas sustancias que suponen un riesgo importante para el medio ambiente. Otras iniciativas europeas como el Pacto Verde Europeo³ y la “Estrategia de sostenibilidad para las sustancias químicas”⁴ también contemplan la eliminación de las sustancias químicas más peligrosas.

Así se recoge en diversas disposiciones legales (relación no exhaustiva):

- [Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales](#). Artículo 15. Principios de la acción preventiva.
- [Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotoxicos durante el trabajo](#). Artículo 4. Sustitución de agentes cancerígenos o mutágenos.
- [Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo](#). Artículo 5. Medidas específicas de prevención y protección.
- [Reglamento \(CE\) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas \(REACH\)](#). Título VII. Autorización.

3. HERRAMIENTAS DISPONIBLES PARA LA FASE DE ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Existen diversas maneras de afrontar la etapa de análisis de alternativas entre la sustancia a sustituir y la posible alternativa. Algunos ejemplos son las herramientas mencionadas por la ECHA en su espacio web dedicado a la sustitución de agentes químicos:

- [GreenScreen®](#) para químicos más seguros.
- Herramienta de Evaluación Química Rápida ([QCAT](#), por sus siglas en inglés).
- Sistema de análisis de las opciones de prevención de la contaminación ([P2OASys](#), por sus siglas en inglés).
- [Directrices de la OCDE sobre Aspectos Clave para la Identificación y Selección de Alternativas Químicas más Seguras](#).
- [Modelo de Columnas GHS](#)⁵: derivado de la ordenanza alemana *German Hazardous Substances Ordinance*.

Esta NTP, tal y como se ha comentado anteriormente, detalla el Modelo de Columnas desarrollado por el IFA, en el que con una poca información de las sustancias y procesos aplicados se puede obtener una evaluación y comparación rápida y sencilla entre las sustancias a intercambiar.

¹ Substances of concern: Why and how to substitute?

² Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos, en la industria. Foment del Treball; 2011.

³ <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>

⁴ https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia-desostenibilidad-paralassustanciasquimicas_tcm30-527273.pdf

⁵ German Hazardous Substances Ordinance.

4. MODELO DE COLUMNAS

El [modelo de columnas](#) desarrollado por el IFA es una herramienta de fácil uso, que permite comparar dos o más sustancias químicas atendiendo a su peligrosidad de acuerdo con los criterios establecidos en el anexo I del Reglamento CLP y ver de una manera preliminar y rápida si la sustitución puede ser una opción viable o no al comparar las distintas alternativas.

Esta herramienta distribuye las sustancias en distintos niveles de peligrosidad, teniendo en cuenta la clasificación de estas. El modelo tiene en cuenta la información disponible relativa a:

- Efectos agudos para la salud (exposición única).
- Efectos crónicos para la salud (exposiciones repetidas).
- Riesgos medioambientales.
- Riesgo físico-químicos (incendio, explosión, etc.).
- Riesgos debidos a la emisión potencial (liberación).
- Riesgos asociados al proceso.

La información necesaria para aplicar el modelo se recoge en la tabla 1. Esta información se puede obtener del etiquetado de las sustancias, las fichas de datos de seguridad (FDS) y un conocimiento básico sobre las condiciones de uso y el proceso en el cual se van a utilizar.

La información necesaria de las FDS se puede encontrar en las siguientes secciones:

- Sección 2. Identificación de peligros.
- Sección 3. Composición/Información sobre los componentes.
- Sección 5. Medidas de lucha contra incendios.
- Sección 9. Propiedades físicas y químicas (9.1 Liberación y 9.2 Incendio y explosión).
- Sección 10. Estabilidad y reactividad.
- Sección 11. Información toxicológica.
- Sección 12. Información ecológica.
- Sección 15. Información reglamentaria (sustancias incluidas en la [lista de autorización – Anexo XIV](#), o en la [lista de restricciones – Anexo XVII](#)).
- Sección 16. Otra información.

1. Riesgo	2a. Efectos agudos para la salud (única exposición)	2b. Efectos crónicos para la salud (exposiciones repetidas)	3. Riesgo medioambiental ⁶	4. Incendio y explosión ⁷ , corrosión, etc.	5. Emisión potencial (Liberación)	6. Asociados al proceso ⁸
Muy Alto	Toxicidad aguda Cat.1 y 2 (H300, H310, H330) En contacto con ácidos liberan gases altamente tóxicos (EUH032)	Carcinógenos Cat.1A o 1B (H350, H350i) Mutágenos Cat.1A o 1B (H340)	Peligrosos para el medioambiente acuático, efectos agudos Cat.1 (H400). Peligrosos para el medioambiente acuático, efectos crónicos Cat.1 (H410) PBT mPmB	Explosivo inestable (H200) Explosivos divisiones 1.1 (H201), 1.2 (H202), 1.3 (H203), 1.4 (H204), 1.5 (H205) y 1.6 (sin indicaciones de peligro H) Gases inflamables Cat.1A (H220, H230, H231, H232) y Cat.1B y 2 (H221) Gases pirofóricos (H232) Líquidos inflamables, Cat.1 (H224) Sustancias autorreactivas, Tipos A (H240) y B (H241) Peróxidos orgánicos, Tipos A (H240) y B (H241) Líquidos o sólidos pirofóricos, Cat.1 (H250)	Gases Líquidos con una presión de vapor >250hPa (mbar) (p.ej. diclorometano). Sólidos que generan polvo. Aerosoles.	Proceso abierto. Posibilidad de contacto directo con la piel. Gran área de aplicación.

⁶ El modelo original menciona la clasificación alemana de peligro para el agua (Substances/mixtures of German Water Hazard Class WGK).

⁷ Las sustancias pulverulentas con riesgo de explosión deben ser estudiadas individualmente por personas expertas, por lo que no se asignan a ninguna de las clases de peligro mencionadas a continuación.

⁸ En esta columna el modelo original menciona la serie de normas [TRGS500](#) alemanas, relacionadas con la clasificación de los procesos.

Muy Alto				Sustancias que en contacto con el agua emiten gases inflamables, Cat.1 (H260) Líquidos o sólidos oxidantes, Cat.1 (H271)		
Alto	Toxicidad aguda Cat.3 (H301, H311, H331) Sustancias tóxicas en contacto con los ojos (EUH070) En contacto con ácidos liberan gases tóxicos (EUH029, EUH031) Toxicidad específica en órgano diana (exposición única) Cat.1 (H370) Sensibilizantes cutáneos (H317, Sh) Sensibilizantes de órganos respiratorios (H334, Sa) Corrosivos para la piel Cat.1, 1 ^a (H314)	Tóxicos para la reproducción Cat.1A o 1B (H360, H 360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df) Cancerígenos Cat.2 (H351) Mutágenos Cat.2 (H341) Toxicidad específica en órgano diana (exposición repetida) Cat.1 (H372)	Peligrosos para el medioambiente acuático, efectos crónicos Cat.2 (H411). Peligrosos para la capa de ozono Cat.1 (H420)	Aerosoles, Cat.1 (H222 y H229) Líquidos inflamables, Cat.2 (H225) Sólidos inflamables, Cat.1 (H228) Sustancias auto- rreactivas, Tipos C y D (H242) Peróxidos orgánicos, tipos C y D (H242) Calentamiento Cat.1 (H251) Sustancias que en contacto con el agua emiten gases inflamables, Cat.2 (H261) Gases comburen- tes, Cat.1 (H270) Líquidos o sólidos comburentes, Cat.2 (H272) Explosivos insen- sibles Cat.1 (H206) y Cat.2 (H207) Otras propieda- des (EUH001, EUH014, EUH 018, EUH019, EUH 044)	Líquidos con una presión de vapor entre 50 y 250 hPa (mbar) (p.ej. metanol).	
Medio	Toxicidad aguda Cat.4 (H302, H312, H332) Toxicidad específica en órgano diana (exposición única) Cat.2 (H371) Corrosivos para la piel Cat.1B, 1C (H314) Dañan los ojos (H318)	Tóxicos para la reproducción Cat.2 (H361, H361f, H361d, H361fd) Toxicidad específica en órgano diana (exposición repetida) Cat.2 (H373) Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna (H362)	Peligrosos para el medioambiente acuático, efectos crónicos Cat.3 (H412). Peligrosos para la capa de ozono Cat.1 (H420)	Aerosoles, Cat.2 (H223 y H229) Líquidos inflamables, Cat.3 (H226) Sólidos inflamables, Cat.2 (H228) Sustancias auto- rreactivas, Tipos E y F (H242) Peróxidos orgánicos, tipos E y F (H242)	Líquidos con una presión de vapor entre 10 y 50 hPa (mbar), exceptuando el agua (p.ej. tolueno).	Procesos cerrados con posibilidad de exposición durante la alimentación, toma de muestras o la limpieza.

Medio	Sustancias con efectos corrosivos en órganos respiratorios (EUH071)			Autocalentamiento Cat.2 (H252)		
	Gases no tóxicos que causan asfixia por desplazamiento del aire (p. ej. nitrógeno)			Sustancias que en contacto con el agua emiten gases inflamables, Cat.3 (H261)		
				Líquidos o sólidos combustibles, Cat.3 (H272)		
				Gases a presión (H280, H281)		
				Corrosivos para los metales (H290)		
				Explosivos insensibles, Cat.3 (H207) y Cat.4 (H208)		
Bajo	Irritantes para la piel (H315)	Sustancias sin frases H sobre toxicidad crónica.	Peligrosos para el medioambiente acuático, efectos crónicos Cat.4 (H413).	Aerosoles, Cat.3 (H229 sin H222 y H223)	Líquidos con una presión de vapor entre 2 y 10 hPa (mbar), (p.ej. xileno).	Procesos cerrados con posibilidad de exposición durante la alimentación, toma de muestras o la limpieza.
	Irritantes para los ojos (H319)			Combustibles con punto de inflamación entre 60 y 100 °C, sin frases H.		
	Daña la piel en trabajos en húmedo.			Reaccionan espontáneamente, tipo G (sin frases H)		
	Peligro por aspiración (H304)			Peróxidos orgánicos, tipo G (sin indicaciones de peligro H)		
	Daños en la piel (EUH066)					
	Toxicidad específica en órgano diana (exposición simple) Cat.3. Irritación de órganos respiratorios (H335)					
Despreciable	Toxicidad específica en órgano diana (exposición simple) Cat.3. Somnolencia o vértigo (H336)					
	Sustancias seguras basado en la experiencia (p. ej. agua, parafina, ...)	No peligroso para el medioambiente acuático.	Poco combustible (punto de inflamación >100 °C, sin frases H)	Líquidos con una presión de vapor < 2 hPa (mbar), (p.ej. etilenglicol).		
				Sólidos que no generan polvo.		

Tabla 1. Valoración del sustituto.

Los peligros contemplados en las columnas 2a, 2b, 3 y 4 son peligros inherentes a la sustancia química en cuestión, es decir, son las propiedades intrínsecas de la sustancia, ya sean sobre peligros para la salud humana, el medio ambiente o propiedades fisicoquímicas.

Los peligros de las columnas 5 y 6 son peligros que podrían hacerse efectivos si se dan determinadas condiciones. Dependerá de las características del proceso y las condiciones físicas de la sustancia, esto es, con qué facilidad podría la sustancia pasar al ambiente de trabajo y por tanto podrían ser inhaladas.

En el caso de las mezclas, únicamente se tendrán en cuenta los efectos tóxicos y crónicos para la salud (columnas 2a y 2b de la tabla 1), según las indicaciones de peligro recogidas en su etiquetado.

La forma de utilización del modelo es la siguiente:

- 1º. Se copia el formato de la tabla 1 vacía, manteniendo únicamente la primera fila (encabezado) y la primera columna (valoración del riesgo o niveles de riesgo).
- 2º. Se distribuye la información recopilada de las FDS, es decir, se recoge la clasificación de la sustancia de las indicaciones de peligro H y las de la alternativa o alternativas en las correspondientes casillas según viene establecido en la tabla original.
- 3º. Se compara el nivel de peligro de la sustancia a sustituir con las candidatas valoradas, columna por columna (la comparación se realiza en vertical, nunca en horizontal) de la siguiente manera:
 - Efectos agudos y efectos crónicos para la salud, se valoran conjuntamente.
 - Riesgos medioambientales.
 - Riesgos físico-químicos.
 - Riesgos debidos a la emisión potencial. (liberación).
 - Peligros asociados al proceso.

La sustancia alternativa será mejor opción que la actual cuanto menor sea el peligro presentado en cada una de las columnas.

Si la sustancia alternativa obtiene mejor calificación en las 5 columnas (hay que tener presente que las columnas 2a y 2b se valoran conjuntamente), la comparación de riesgos finaliza y la sustancia química actual podría sustituirse por la sustancia alternativa.

También puede darse el caso que la sustancia alternativa obtenga mejores calificaciones en algunas columnas (niveles más bajos de peligro), pero peores en otras, que la sustancia que se pretende sustituir. En este caso habrá que priorizar los riesgos de unas columnas sobre los de otras. Por ejemplo, si en el proceso productivo existen fuentes de ignición que no se pueden eliminar, el riesgo de incendio y explosión cobra especial relevancia. O si una sustancia alternativa genera residuos peligrosos para el medio ambiente, pero se dispone de un adecuado sistema de tratamiento y gestión de estos o las cantidades son pequeñas, siendo el resto de las características más favorables que la de la sustancia actual, la sustitución podría ser viable.

En algunas ocasiones pueden obtenerse diferencias menores en los niveles de riesgo del posible sustituto, frente a la sustancia a sustituir. Estas diferencias menores solo justificarían la sustitución en el caso de disponer de suficiente información que asegure que, si

se sustituyera, en ningún momento podría suponer un riesgo, al ser casi similares a la sustancia en uso (por ejemplo, estudios de carcinogenicidad, sensibilización, etc. que sean de calidad y suficientes estudios sobre los peligros y sus características). En este caso podría ser necesario buscar la colaboración de personas expertas en la materia.

Si cuando se realiza la comparación la reducción del nivel de riesgo ocurre en una única columna, podría indicar que no se tiene suficiente seguridad para llevar a cabo la sustitución.

Hay que tener en cuenta que esta herramienta únicamente compara niveles de peligro de una manera rápida e intuitiva, pero el proceso de sustitución requiere además contemplar la viabilidad técnica, económica y otras muchas variables más allá de los peligros, pero inicialmente sirve para cribar sustancias que *a priori* son menos peligrosas que las están en uso.

5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La principal ventaja de este modelo, es que es fácil de usar y se obtienen resultados rápidamente. No es necesario el asesoramiento de una persona experta, excepto cuando las diferencias entre la actual sustancia y la posible alternativa son mínimas.

A efectos de la clasificación y etiquetado armonizado de las sustancias, es importante tener en cuenta que la versión actual del modelo de columnas (año 2020) incluye únicamente hasta la 12^a modificación del Reglamento CLP, recogida en el [Reglamento \(UE\) 2019/521 \(ATP 12\) que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento \(CE\) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas](#). Esto quiere decir que las modificaciones posteriores sobre las clases de peligro que se han dado en el Reglamento CLP (como, por ejemplo, para las sustancias con propiedades de alteración endocrina) no se encuentran incluidas en la tabla.

El IFA recomienda el uso de documentos técnicos alemanes que únicamente están disponibles en alemán.

El modelo no contempla todos los aspectos que influyen en un proceso de sustitución por lo que, si se obtiene que la sustancia alternativa es viable, habrá que realizar estudios posteriores. Tal y como recomienda la ECHA en los pasos de sustitución, es importante que se realicen pruebas a pequeña escala y observar el resultado antes de escalarlo a nivel industrial.

Por otra parte, no es aplicable a sustancias que no estén clasificadas, dado que no se dispondría de las indicaciones de peligro tal como se recogen en el Reglamento CLP.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN MODELO DE COLUMNAS

Se aplica el modelo de columnas para determinar si es viable sustituir dos sustancias (metanol y tolueno) que se utilizan en el mismo proceso de limpieza de superficies metálicas en un proceso abierto mediante aplicación manual. La alternativa propuesta es isopropanol (se ha obtenido la información necesaria para la aplicación del modelo de la respectiva FDS).

1. Riesgo	2a. Toxicidad aguda para la salud (única exposición)	2b. Toxicidad crónica para la salud (exposiciones repetidas)	3. Riesgo medioambiental	4. Incendio y explosión, corrosión, etc.	5. Emisión potencial (Liberación)	6. Asociados al proceso
Muy Alto						Tolueno-Metanol e isopropanol (Proceso abierto, aplicación manual)
Alto	Metanol (H301, H311, H331, H370)			Tolueno (H225, Pto. inflamación 4,4 °C) Metanol (H225, Pto. inflamación 9,7 °C) Propan-2-ol (H225, Pto. inflamación 12 °C)	Metanol (128 hPa) (presión de vapor)	
Medio		Tolueno (H361d; H373)			Isopropanol (43 hPa) Tolueno (29 hPa)	
Bajo	Isopropanol (H319, H336) Tolueno (H315; H304; H336)	Isopropanol y metanol (sin indicaciones de peligro H para toxicidad crónica)				
Despreciable			Isopropanol Metanol/Tolueno (No peligroso para el medioambiente acuático)			

Tabla 2. Ejemplo de comparación de una posible alternativa frente a dos sustancias que se quieren sustituir (metanol y tolueno).

Al situar en la tabla 2 las indicaciones de peligro de las sustancias a comparar, se observa lo siguiente:

- En la valoración conjunta de las columnas 2a (bajo) y 2b (bajo) el nivel de peligro es menor para la alternativa (Isopropanol).
- En la columna 3 la alternativa (isopropanol) tiene un nivel de peligro igual al del tolueno y metanol.
- En la columna 4 se observa que las tres sustancias tienen características similares.
- En la columna 5, la alternativa (isopropanol) se sitúa en un nivel menor de peligro que el metanol.

- En la columna 6, se sitúan en el mismo nivel ya que el uso de la alternativa no supone un cambio en el proceso o aplicación. Se utiliza en las mismas condiciones y no se obtiene ninguna mejora.

Por todo ello, atendiendo a las características intrínsecas de peligro de la sustancia alternativa (isopropanol), a *priori*, la sustitución sería viable teniendo en cuenta únicamente estos parámetros, ya que se sitúa en la tabla en menores niveles de peligro en dos de las cinco opciones de comparación y no aumenta en las otras.

BIBLIOGRAFIA.

[Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, nº 269 \(10-11-1995\).](#)

[Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, nº 124 \(24-05-1997\).](#)

[Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, nº 104 \(01-05-2001\).](#)

[Reglamento \(CE\) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas \(REACH\).](#)

[Reglamento \(CE\) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento \(CE\) nº 1907/2006. Diario Oficial de la Unión Europea nº 353 \(31-12-2008\).](#)

Oleart Cornellà P, Pou Serra R, Rabasso Campi J y Sanz Gallén P. [Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos, en la industria. Foment del Treball \(2011\).](#)

[The GHS Column Model 2020.](#) Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA).

Portal: European Chemicals Agency. Sustitución por sustancias químicas más seguras. [consulta: 14 enero 2025]. Disponible en: <https://echa.europa.eu/es/substitution-to-safer-chemicals>.

Portal: Subsportplus Substitution Support Portal. [consulta: 14 enero 2025]. Disponible en: https://www.subsportplus.eu/subsportplus/EN/Home/Home_node.html : Substitution of toluene used as a solvent during the manufacture of sinks and other stainless-steel articles.



Amianto. Exposiciones pasivas (parte I): Características, problemática y orientaciones.

PASSIVE EXPOSURES TO ASBESTOS (Part I) Characteristics, problems and guidelines.
EXPOSITIONS PASSIVES À L'AMIANTE. (Partie I): Caractéristiques, problèmes et orientations.

Autor:

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

Elaborado por:

María Domínguez Dalda.

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA-
INSST

Esta NTP se centra en las exposiciones “pasivas” (también llamadas accidentales), que afectan a personas trabajadoras no especializadas en trabajos con amianto y que, a diferencia de las exposiciones “directas”, no derivan de la manipulación activa de materiales con amianto (MCA). Se explican los conceptos y la problemática asociada, proporcionando orientaciones generales para evitar este tipo de exposiciones (enfoque “cero exposiciones pasivas”), que afectan a un colectivo amplio que mayoritariamente trabaja por cuenta ajena o en PYMES. Se complementa con las [NTP 1195](#) y [1196](#) Amianto: Gestión y diagnóstico (partes I y II), cuyo objetivo es ayudar a abordar, de forma proactiva y global, el riesgo de exposición a este carcinógeno en cualquier tipo de empresa en cuyas instalaciones estén presentes MCA.

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 amianto (carcinógeno de categoría 1A según el [Reglamento CLP](#)¹) sigue siendo uno de los principales desafíos en el ámbito de la salud laboral. La Unión Europea (UE) espera un incremento del 4 % anual de personas trabajadoras expuestas hasta 2031. Dado el largo periodo de latencia asociado a las graves enfermedades profesionales causadas por el amianto, pueden transcurrir entre 15 y 60 años desde la exposición hasta que se desarrollan síntomas. El 80 % de los cánceres profesionales reconocidos en la UE están relacionados con el amianto; y en España causa más de la mitad de las muertes por cáncer laboral. Actualmente, la mejora de la protección

En este sentido, la UE ha reforzado recientemente dicha protección adoptando la [Directiva \(UE\) 2023/2668](#), por la que se modifica la Directiva 2009/148/CE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo. Esta Directiva subraya que sigue siendo imperativo evitar la exposición al amianto, en cualquiera de sus formas, incluidos los tipos de exposición que no derivan de su manipulación activa.

Con el fin de reducir la incidencia de las enfermedades que puede causar la exposición al amianto (asbestosis, mesotelioma, cáncer de pulmón, cáncer gastrointestinal, cáncer de laringe, cáncer de ovario, enfermedades pleurales no malignas), el objetivo de esta de NTP es informar,

Existen tipos de exposición al amianto que no se derivan de su manipulación activa. Dichos tipos de exposición incluyen la exposición pasiva, en la que los trabajadores que trabajan en la proximidad de quienes trabajan con materiales que contienen amianto o en instalaciones en las que se degradan materiales que contienen amianto en la estructura de edificios, están expuestos al amianto y la exposición de segundo grado, en la que las personas están expuestas a fibras de amianto llevadas a sus hogares por personas expuestas en su trabajo, principalmente en su ropa o pelo.

Cuadro 1. Considerando 5 de la Directiva (UE) 2023/2668.

contra los riesgos para la salud derivados de la exposición al amianto es relevante en el contexto de la transición ecológica y la aplicación del Pacto Verde Europeo (PVE), incluida, en particular, la oleada de renovación energética para Europa.

a todos los agentes implicados, sobre la necesidad de evitar las exposiciones “pasivas” definidas por la citada Directiva (véase cuadro 1) describiendo sus características y problemática asociada, así como proporcionar orientaciones para abordar este tipo de exposiciones (que se han venido denominando “accidentales”) con un enfoque denominado de “cero exposiciones pasivas” (más información en las [NTP 1195](#) y [1196](#)).

¹ [Reglamento \(CE\) no 1272/2008](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envase de sustancias y mezclas (CLP).

A pesar de la prohibición total del amianto (en España en 2002, en toda la UE en 2005²), todavía permanecen millones de toneladas de materiales con amianto (MCA) en muchos centros de trabajo (en edificaciones, instalaciones industriales, equipos de trabajo, infraestructuras de transporte, trenes, buques, etc.) que es necesario gestionar de forma segura hasta su retirada y eliminación final como residuo peligroso. En este sentido, un enfoque o gestión incorrecta de los MCA durante trabajos de demolición, rehabilitación, reparación o mantenimiento en edificaciones o estructuras con amianto puede conducir a una liberación considerable e incontrolada de fibras al ambiente que, además de causar un riesgo grave para la salud, requerirá muchos recursos para eliminar la contaminación accidental de las zonas o locales afectados.

Teniendo en cuenta que la exposición a fibras de amianto se produce principalmente a través de la vía respiratoria, el objetivo principal de la actuación preventiva será evitar la liberación de las fibras que contienen estos materiales al ambiente del lugar de trabajo. Así mismo, el colectivo que con mayor probabilidad pueden sufrir exposiciones pasivas son profesionales que realizan actividades de construcción o mantenimiento en entornos con presencia de MCA, así como quienes puedan encontrar y alterar los MCA durante su actividad sin la capacitación ni los medios adecuados para actuar de forma segura. Además, el deterioro o perturbación accidental de los MCA puede exponer a otras personas en las proximidades del foco emisor o, posteriormente, afectar a aquellas que permanecerán en zonas contaminadas, incluidos los ocupantes de edificios y la población general.

2. PROBLEMÁTICA Y TIPOS DE EXPOSICIONES EN LA ACTUALIDAD

Los MCA pueden permanecer instalados o en uso hasta el final de su vida útil (estimada entre 30 y 50 años), siempre que no emitan sus fibras al ambiente y supongan un riesgo. Sin embargo, una gran mayoría de MCA ya la han finalizado o están próximos. Además, durante las décadas transcurridas desde la prohibición, 23 años desde su instalación como mínimo dado que fue progresiva hasta completarse en 2002, los MCA han sufrido deterioro y/o daños que aumentan su peligrosidad. Paralelamente, la posible pérdida de información sobre su ubicación y estado de conservación, que los MCA estén ocultos (integrados o detrás de elementos constructivos) o alterados por diversas actuaciones como reformas o reparaciones, dificultan su identificación y la evaluación de riesgos.

El primer paso para abordar el riesgo de exposición al amianto debería ser la localización y diagnóstico de amianto en los lugares de trabajo con el fin de implantar un “plan de gestión segura de MCA” en la organización, según recomienda la [Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto](#) del INSST (véanse apéndices 1 y 2). Se entiende por “gestión segura de los MCA” el conjunto de acciones que el empresario adopta en cualquier tipo de organización para evitar y/o controlar los riesgos de exposición a fibras de amianto (véase figura 1). Más información en las [NTP 1195](#) y [1196](#).

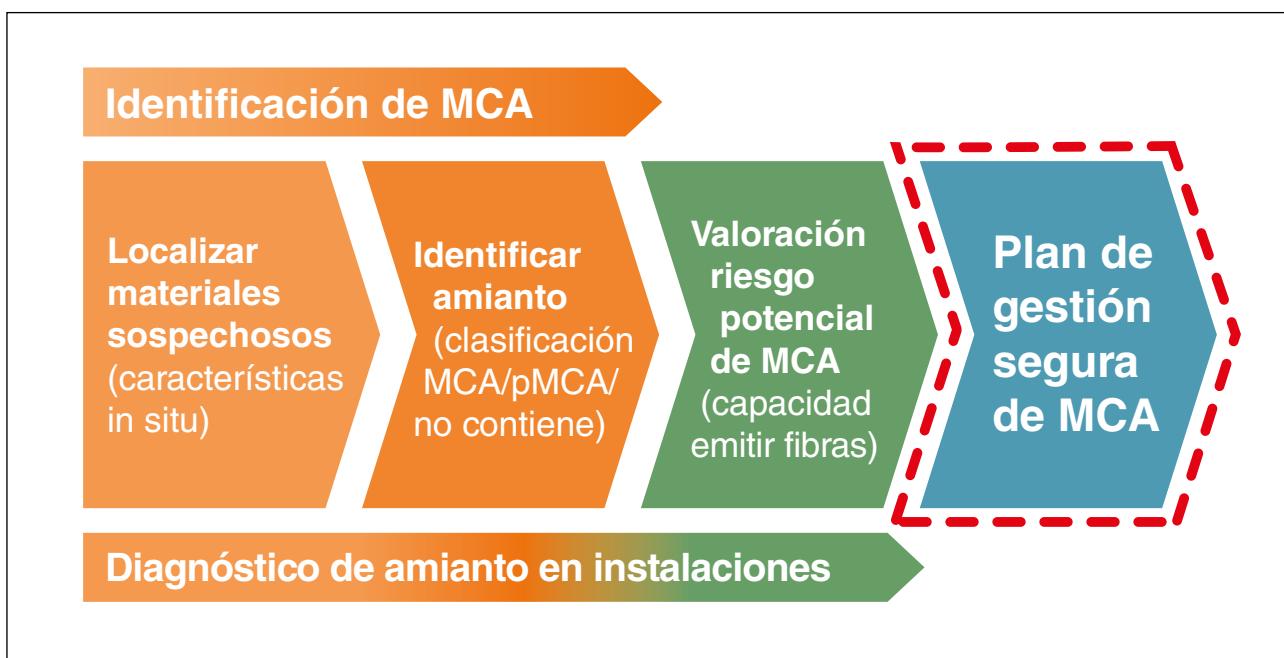


Figura 1. Fases del proceso de gestión segura del amianto instalado en lugares de trabajo.

Actualmente, el foco preventivo se centra en la exposición laboral al amianto *durante* las actividades de retirada y gestión como residuo peligroso, así como du-

rante la rehabilitación y mantenimiento de edificaciones e instalaciones anteriores a su prohibición. En la figura 2 se recogen las principales actividades en las que las personas trabajadoras pueden estar expuestas a fibras de amianto y, por tanto, es de aplicación el [Real Decreto 396/2006](#), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto (en adelante RD 396/2006).

² Conforme al [Reglamento \(CE\) nº 1907/2006](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH).



Figura 2. Principales actividades con riesgo de exposición al amianto en la actualidad.

No obstante, todo tipo de empresas u organizaciones, en cuyas instalaciones haya presencia de amianto, deben evitar exponer a su personal de forma “accidental” o “inadvertida” (por desconocer su presencia), conforme a la normativa. En este sentido, la UE entiende por exposiciones “pasivas” (que se han venido denominando *accidentales* e *inadvertidas*),

aqueellas que afectan a los trabajadores que trabajan en la proximidad de quienes trabajan con MCA o en instalaciones en las que se degradan MCA en la estructura de edificios.

En la figura 3 se describen todos los tipos de exposición laboral al amianto que, tal como recoge, requieren diferentes aproximaciones preventivas.



Figura 3. Tipos y características de la exposición laboral al amianto para un abordaje global del riesgo.

Las exposiciones “directas” de personas trabajadoras especializadas que intervienen en “actividades con amianto” deben reducirse al **mínimo** y, en cualquier caso, al **nivel más bajo que sea técnicamente posible por debajo del valor límite**, que en la UE disminuirá diez veces en 2025 (pasando de 0'1 a 0'01 fibras/cm³), según establece la Directiva UE 2023/2668. Por otro lado, las exposiciones “pasivas” de personas trabajadoras que no intervienen (accidentales) deben evitarse mediante distintas actuaciones preventivas, tanto si se producen durante la ejecución (incorrecta) de los trabajos o pos-

teriormente al reocupar la zona intervenida (si quedase contaminada por defectos en la etapa final). Todas ellas se abordan, fundamentalmente, desde una correcta planificación y ejecución de los trabajos mediante procedimientos de trabajo seguros que integren las medidas preventivas necesarias para proteger a todo el personal afectado, conforme al *plan de trabajo* regulado en el art. 11 del RD 396/2006.

Finalmente, otro tipo de exposiciones “pasivas” denominadas “inadvertidas”, que se producen por desconocer la presencia de los MCA y no gestionarlos adecuada-

mente, deben evitarse mediante la identificación de MCA y su *gestión segura*, centrada en evitar la emisión de sus fibras al ambiente; es decir, que no sean focos de emisión al perturbarlos inintencionadamente o por su estado de degradación.

3. IDENTIFICAR Y GESTIONAR MCA PARA EVITAR EXPOSICIONES “PASIVAS”

En cumplimiento de la [Ley 31/1995](#), de prevención de riesgos laborales, y su normativa de desarrollo, las personas empresarias deben disponer de una evaluación de todos los riesgos para la seguridad y la salud de su personal, mediante la identificación de los riesgos potenciales, incluida la exposición “pasiva” de los trabajadores al amianto, y establecerán las medidas preventivas y de protección necesarias para proteger la salud de toda la población trabajadora. Tal como se ha indicado, para ello, se recomienda elaborar e implantar un “plan de gestión segura de amianto” en la organización.

Así mismo, antes de cualquier trabajo de demolición, mantenimiento o rehabilitación en instalaciones anteriores a 2002, los/as empresarios/as deberán conocer la presencia de amianto en la parte del edificio, instalación o elemento, que podría verse afectado, tomando las medidas necesarias para identificar los materiales que presumiblemente contienen amianto³, y obteniendo la información requerida sobre los MCA (localización, características, cantidad y estado de conservación) para poder planificar dichos trabajos.

Es fundamental considerar el riesgo por amianto desde la etapa de diseño, con el fin de proteger la salud y cumplir las obligaciones y responsabilidades que se deriven de la actuación. Para ello, las personas empresarias recabarán información de diversas fuentes y muy especialmente del *registro de MCA de la empresa* (véase figura 4) y planos de las instalaciones que localicen y describan los MCA (véase figura 5).

Localización
Zonas no inspeccionadas (pMCA)
Tipo de MCA (fibras fuerte/débilmente ligadas)
Variedad de amianto (crisotilo / anfíboles)
Extensión (área, longitud, espesor, volumen)
Estado de conservación / deterioro
Accesibilidad (perturbación/interacción con MCA)
Tratamiento superficial
Muestras analizadas
Presencia de amianto: confirmación/presunción

Figura 4. Registro de amianto de la empresa.

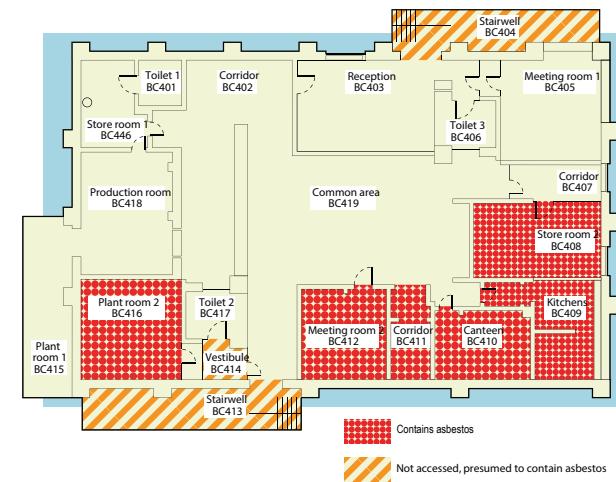


Figura 5. Ejemplo de mapa de localización en un emplazamiento.
Fuente: [Asbestos: the survey guide](#), HSE (2012).

Si no hay información o el *registro de MCA* no es suficiente (por ejemplo, para retirada previa antes de una demolición), o si existen dudas sobre su exactitud o fiabilidad, será necesario realizar un “estudio de localización e identificación de MCA” específico para examinar la presencia de amianto, antes de acometer cualquier actividad que pueda alterar los MCA presentes. En la figura 6 se recogen objetivos, alcance y nivel de intrusión para los 2 tipos de diagnóstico o estudio de identificación recomendados por el INSST en la citada [Guía Técnica](#).

Diagnóstico (estudio de identificación de amianto)	Tipo 1. Gestión	Tipo 2. Demolición
Objetivo	Identificar y valorar MCA para gestión del riesgo (actividad habitual de la empresa).	Identificar MCA para su retirada previa antes de obras que alteren elementos constructivos y materiales.
Alcance y nivel de intrusión	Como mínimo aquellos MCA “accesibles y no confinados”. Procedimientos no destrutivos .	Todos los materiales en zonas afectadas. Sin restricción de acceso , técnicas destrutivas .

Figura 6. Tipos de diagnóstico o estudios de identificación de amianto en instalaciones.

Es necesario tener en cuenta que un diagnóstico de tipo 1 (para gestión), cuyo alcance no incluye aquellos materiales no accesibles y confinados, es decir, aquellos que no son visibles ni alcanzables en su ubicación por la presencia de barreras físicas que impiden el contacto directo (integras y estancas al paso del aire), normalmente no será suficiente para identificar todos los MCA con el objetivo de cumplir con la obligación de retirarlos antes de aplicar técnicas de demolición (art. 11 del RD 396/2006), y será necesario uno de tipo 2 para demolición.

Se recomienda la metodología de la [UNE 171370-2:2021 Amianto. Parte 2: Localización y diagnóstico](#) que incluye un procedimiento para la inspección de la instalación y la toma de muestras representativas de los materiales sospechosos de contener amianto, y su posterior análisis por un laboratorio especializado para determinar con fiabilidad si contienen amianto.

A modo de resumen, el empresario debe disponer de información fiable y actualizada sobre los MCA para su gestión y proporcionarla, a quien la precise, con el objetivo final

³ Más información en el folleto Amianto: [Un enemigo oculto. Localiza e identifica MCA para situarlos en el 'mapa seguro' de tu empresa](#).

de evitar exposiciones *accidentales* (manipulaciones incorrectas de MCA o trabajos en su proximidad sin las medidas necesarias) e *inadvertidas* (por desconocer su presencia).

4. EL PAPEL CLAVE DE LA FORMACIÓN Y LA VERIFICACIÓN FINAL DE LOS TRABAJOS

Uno de los elementos esenciales para abordar esta problemática es aumentar la sensibilización y formación de todos los agentes implicados, en particular, del empresario/a y su organización preventiva, también de las personas trabajadoras y sus representantes; así como las administraciones competentes y órganos asesores, agentes sociales, colegios profesionales y las asociaciones sectoriales, gestores de residuos y muy especialmente todos los agentes que intervienen en una obra de la construcción, dado que ese sector es el más afectado por las exposiciones pasivas como consecuencia del aumento de actuaciones de rehabilitación y demolición relacionadas con el PVE.

Sin perjuicio de otras obligaciones de la empresa, como las indicadas anteriormente en relación con la identificación de MCA que puedan suponer un riesgo y con la información que debe proporcionar a quien la precise para trabajar de forma segura en sus instalaciones, los/las profesionales con alta probabilidad de encontrar inesperadamente amianto deberían estar capacitados para reconocer los MCA típicos y actuar de forma segura para proteger su salud y la de otras personas.

Conforme a la [Directiva UE 2023/2668](#) (anexo I bis), “los trabajadores que estén o que pudieran estar expuestos a polvo de amianto o de materiales que lo contengan recibirán formación teórico-práctica relativa, como mínimo, a lo siguiente:

- a) el Derecho aplicable del Estado miembro en el que se efectúe el trabajo;
- b) las propiedades del amianto y sus efectos en la salud, incluido el efecto sinérgico de fumar;
- c) los tipos de producto o material que pueden contener amianto;
- d) las operaciones que pueden implicar una exposición al amianto y la importancia de los medios de prevención para minimizar tal exposición;
- e) las prácticas profesionales seguras, los controles y los equipos de protección;
- f) la función adecuada, la elección, la selección, las

limitaciones y la utilización correcta de los equipos de protección, especialmente de los equipos respiratorios;

- g) los procedimientos de emergencia;
- h) los procedimientos de descontaminación;
- i) la eliminación de residuos;
- j) las exigencias en materia de vigilancia médica.

La formación se adaptará en la mayor medida posible a las características de la profesión de los trabajadores y a las tareas y modalidades de trabajo específicas de dicha profesión.

Los trabajadores que realicen trabajos de demolición o retirada de amianto deberán recibir formación, además de la formación impartida indicada anteriormente, sobre la utilización de equipos tecnológicos y máquinas para limitar la liberación y propagación de fibras de amianto durante los procesos de trabajo, de conformidad con la presente Directiva”.

Por otro lado, la correcta finalización de cualquier actividad con amianto es imprescindible para evitar exposiciones pasivas, por lo que la última etapa de cualquier intervención sobre MCA, esto es la *descontaminación final y su verificación*, se debe planificar y controlar con el mismo rigor que las 2 etapas anteriores de *preparación y ejecución* de los trabajos. Una vez finalizada la intervención, es necesario comprobar su calidad y seguridad conforme al *plan de trabajo*, así como gestionar y eliminar los residuos generados según la normativa ambiental, asegurando la trazabilidad.

En este sentido, un *trabajo con amianto* no termina hasta que se ha comprobado que no existen riesgos de exposición antes de reanudar otras actividades (artículo 11.1(b) del RD 396/2006). Para ello, se recomienda un proceso de verificación de la correcta *limpieza y descontaminación final* (que se realizará por vía húmeda y/o aspiración con filtro HEPA) de la zona y equipamiento (véase figura 7), que incluya siempre una “*inspección visual*” minuciosa (para comprobar que se han retirado completamente los MCA y no hay fragmentos/restos o polvo en las superficies o elementos) y, en caso necesario, posteriores mediciones del “índice de descontaminación” para comprobar que concentración de fibras en el aire es inferior al valor de referencia acordado (valor máximo admisible después de un trabajo con amianto). Se recomienda incluir evidencias fotográficas en el informe de resultados.



Figura 7. Fases de la etapa final de un trabajo con amianto, antes de reanudar la actividad (reocupación segura).

En caso de operaciones de retirada de MCA en escenarios de mayor riesgo que requieran un *confinamiento en depresión* (determinadas actividades contempladas en el art. 10.1 del RD 396/2006), se recomienda acordar la emisión de un “documento o certificado de fin de la intervención” por un experto

en amianto independiente, que asegure que la zona/recintos intervenidos son seguros antes de su reocupación. Finalmente, la empresa registrará que esos MCA ya no están en sus instalaciones, siendo importante conservar toda la documentación asociada a las intervenciones.

5. PROFESIONALES CON ALTA PROBABILIDAD DE ENCONTRAR INESPERADAMENTE AMIANTO

Determinadas actividades profesionales presentan, por su naturaleza y lugar de ejecución, una elevada probabilidad de encontrar MCA y perturbarlos de forma que pueden liberar las fibras de amianto que contienen al ambiente y provocar una contaminación prolongada de los recintos o locales, cuya reocupación segura requerirá un proceso de descontaminación complejo y costoso. En particular, trabajos de rehabilitación, reformas, reparaciones, siniestros y emergencias, instalaciones de climatización, suministros (gas, electricidad, agua), gestión de residuos, inspección, etc., en edificaciones o instalaciones anteriores a la prohibición, realizadas frecuentemente por PYMES o personas trabajadoras por cuenta propia⁴.

Se tiene constancia de que no es infrecuente que estos profesionales accedan y ejecuten sus actividades en recintos en los que no hay información sobre el amianto presente, o bien no están identificados y gestionados todos los MCA (algunos pueden estar ocultos, inaccesibles o encerrados en una estructura/equipo, y sólo serán visibles al acceder a su interior durante una intervención). Por tanto, deberán conocer los riesgos y solicitar información sobre el amianto presente al responsable del centro de trabajo (que debe proporcionarla) antes de comenzar su actividad, así como estar capacitados para reconocer los MCA típicos y actuar de forma segura para proteger su salud y la de otras personas.

Se indican a continuación algunos grupos de profesionales que en la actualidad pueden presentar un riesgo de exposición “pasiva” al amianto, tanto por el tipo de actividades como por los lugares en los que frecuentemente las ejecutan (edificaciones e instalaciones con elevada probabilidad de contener amianto):

- Electricistas y fontaneros
- Carpinteros, pintores, decoradores, albañiles, yeseros, techadores, etc.
- Antenistas, ascensoristas, técnicos de calefacción y climatización
- Instaladores de gas, alarmas y sistemas de protección contra incendios
- Trabajadores de mantenimiento en edificios e instalaciones industriales
- Bomberos y profesionales de emergencias
- Trabajadores de plantas de tratamiento y eliminación de residuos, transportistas de residuos peligrosos
- Profesionales de rehabilitación y demoliciones, renovación energética, desguace de buques, desmantelamiento de instalaciones industriales
- Profesionales que inspeccionan edificios e instalaciones industriales, técnicos de prevención, etc.

Este amplio colectivo de personas trabajadoras puede agruparse en las 7 categorías que se muestran en la figura 8 que pueden abordarse de forma conjunta debido a la similitud de las características y escenarios de exposición⁵.

⁴ Más información en el folleto [Amianto: un enemigo oculto. No seas “un blanco fácil”](#).

⁵ Mas información en la [comunicación al II Simposio de Higiene Industrial](#) y en el folleto [Amianto, riesgo emergente en \[de\]construcción: un enemigo oculto](#).

7 CATEGORÍAS

- Construcción-demolición
- Mantenimiento
- Marítimo y ferroviario
- Desmantelamiento
- Gestión de residuos
- Agrícola-ganadero
- Emergencias-siniestros

Figura 8. Categorías de profesionales no especializados con probabilidad de exposición “pasiva” al amianto.

6. RETOS Y OPORTUNIDADES EN EL MARCO DEL PACTO VERDE EUROPEO

La ejecución de actuaciones dentro del PVE hace necesario prestar atención al riesgo de exposición al amianto, dado que las operaciones de retirada de MCA y trabajos en su proximidad, así como la demolición y/o rehabilitación de edificaciones que alteran elementos constructivos, se incrementan suponiendo un riesgo emergente para el sector construcción y un reto para gestionar los residuos generados.

Un avance en este sentido es la [Ley 7/2022](#) de Residuos y Suelos Contaminados para la Economía Circular que, entre otras, establece en su disposición decimoquarta que “los ayuntamientos elaborarán un censo de instalaciones y emplazamientos con amianto incluyendo un calendario que planifique su retirada. Tanto el censo como el calendario, que tendrán carácter público, serán remitidos a las autoridades sanitarias, medioambientales y laborales competentes de las comunidades autónomas, las cuales deberán inspeccionar para verificar, respectivamente, que se han retirado y enviado a un gestor autorizado”.

Por otro lado, aunque la prolongación de la vida útil de los productos contribuye a la *economía circular*, en el caso de los materiales y productos con amianto es relevante la obligación que introduce la Directiva 2023/2668 (art. 3) de priorizar la retirada de MCA sobre otras formas de manipulación.

En relación con las cubiertas de amianto-cemento, la declaración ambiental estratégica del [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030](#), indica que “Se recomienda que en los proyectos de instalación de energía solar fotovoltaica para generación distribuida sobre cubiertas de fibrocemento con amianto se contemple la sustitución de dichas cubiertas, debiéndose proceder a su retirada de acuerdo a lo establecido en el RD 396/2006”. Así mismo, en relación con la economía circular (Consumo de recursos y generación de residuos), indica que con el desarrollo del citado PNIEC⁶ “se fomentará la implantación de energías renovables en cubiertas de entornos urbanos e industriales, en consecuencia, se recomienda aprovechar tal circunstancia para el desa-

⁶ [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030](#).

rrollo y aprobación de un Plan Estatal para la Eliminación de Cubiertas con Amianto.”

Respecto a posibles vías de financiación y líneas de ayuda, el Real Decreto 692/2021 por el que se regula la concesión directa de ayudas para inversiones a proyectos singulares locales de energía limpia en municipios de reto demográfico (programa DUS 5000), en el marco del *Programa de Regeneración y Reto Demográfico del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia* considera “inversiones subvencionables” los costes de retirada de productos de construcción que contengan amianto cuando por motivo de la actuación sea necesaria su retirada.

Por todo ello, los titulares/responsables de instalaciones y emplazamientos con amianto y otros agentes con competencias en materia de salud laboral y de mantenimiento/rehabilitación/demolición de edificios e instalaciones, así como los profesionales de la construcción, deben conocer la presencia de amianto en edificios e instalaciones (públicos o privados), así como su estado y los riesgos potenciales que suponen, con el fin de poder gestionar los MCA instalados para evitar que éstos generen riesgos para la salud, y planificar su retirada segura y priorizada, conforme a la normativa aplicable.

BIBLIOGRAFÍA/FUENTES

[REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.](#)

[DIRECTIVA \(UE\) 2023/2668 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 22 de noviembre de 2023](#) por la que se modifica la Directiva 2009/148/CE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.

[Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto.](#) INSST.

[UNE 171370-2: 2021 Amianto. Parte 2: Localización y diagnóstico de amianto.](#)

[Ánalysis sobre el doblaje de cubiertas de amianto-cemento en España: propuestas de actuación preventiva](#) (INSST, 2018).

Colección de Notas Técnicas de Prevención del INSST. [Materiales con amianto en viviendas: guía práctica \(parte I y parte II\)](#) (NTP 1006 y 1007).

[NTP 1195 Amianto: Gestión y diagnóstico \(parte I\): Esquema general de actuación preventiva y gestión segura de MCA en lugares de trabajo.](#)

[NTP 1196 Amianto: Gestión y diagnóstico \(parte II\): Proceso de diagnóstico y plan de gestión de materiales con amianto.](#)

[Hacia una Correcta Finalización de Trabajos con Amianto en España para Evitar Exposiciones Pasivas: La Descontaminación Final y su Verificación.](#) María Domínguez Dalda et al. Póster presentado por el INSST en el III Simposio de Higiene Industrial (2024).

[Exposición accidental de trabajadores que pueden encontrar materiales con amianto durante su actividad](#) Póster presentado por el INSST en el II Simposio de Higiene Industrial en colaboración con la Junta de Castilla León (2022).

Folletos divulgativos. [Amianto: un enemigo oculto. No seas “un blanco fácil”](#) (2021); Amianto: [Un enemigo oculto. Localiza e identifica MCA para situarlos en el ‘mapa seguro’ de tu empresa](#) (2022) y [Amianto, riesgo emergente en \[de\]construcción: un enemigo oculto](#) (2024).



Sistemas de protección individual contra caídas: Sistemas anticaídas.

PPE against falls from height: fall arrest systems.
EPI contre les chutes de hauteur: systèmes d'arrêt des chutes.

Autor:

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

Elaborado por:

Miguel Ángel Morano Muñoz.

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST.

Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) sustituye a la NTP 774 y tiene por objetivo fundamental proporcionar a las personas involucradas en los trabajos con riesgo de caída de altura que vayan a utilizar equipos de protección individual (EPI), el conocimiento y las herramientas necesarias para acometer dichos trabajos de la manera más segura. En este sentido, esta NTP se enfoca en el sistema anticaídas, utilizado para la protección contra caídas de altura, centrándose en la descripción de los diferentes EPI necesarios para el ensamblaje de dicho sistema y detallando los trabajos habituales en los que se utiliza.

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 caída a distinto nivel es uno de los principales riesgos a los que están expuestas las personas que llevan a cabo trabajos en altura. Como cualquier otro riesgo, la empresa tiene la obligación de adoptar las medidas necesarias para eliminarlo, si es posible, y si no lo es, reducirlo hasta un nivel que sea aceptable.

Entre las medidas a adoptar para evitar o, en su caso, minimizar los riesgos tanto como sea posible, se contemplan aquellas que son de carácter organizativo y técnico. Si el riesgo no puede ser evitado o limitado suficientemente por las medidas organizativas y la utilización de protecciones colectivas, se pueden utilizar los equipos de protección individual.

En el apartado 4 de la norma UNE-EN 363:2018 “Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas” se establece que estos sistemas están diseñados para evitar o detener una caída e incluyen:

- Sistema de retención (ver NTP 1205).
- Sistema de sujeción (ver NTP 1204).
- Sistema de acceso mediante cuerdas (ver NTP 1108, 1109, 1110 y 1111).
- Sistemas anticaídas. Se desarrolla en la NTP 774 la cual será actualizada y sustituida por la presente
- Sistema de rescate.

Todos los sistemas de protección individual contra caídas mencionados anteriormente están constituidos por los siguientes componentes: un dispositivo de prensión del cuerpo, un sistema de conexión y un punto de anclaje. El uso de uno u otro equipo correspondiente a cada componente del sistema dependerá del uso previsto de este.

Se debe tener en cuenta que **para un mismo trabajo o tarea puede existir mas de una solución válida para**

evitar o detener una caída. Esto es debido a que puede haber otros riesgos y factores que se deben considerar y que no están relacionados con el riesgo de caída de altura. Todo lo indicado puede afectar a la decisión de la elección de un sistema u otro a la hora de ejecutar la tarea.

En esta NTP se describen los principales componentes y dispositivos que forman parte de los sistemas anticaídas. También se definen una serie de trabajos y tareas en los que este sistema podría ser el sistema de protección individual contra caídas más adecuado para garantizar la seguridad de la persona trabajadora.

2. SISTEMAS ANTICAÍDAS. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Hay que tener en cuenta que las normas técnicas armonizadas a las que se hacen referencia a lo largo de esta NTP son de cumplimiento voluntario, si bien, su cumplimiento da presunción de conformidad con el 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. Hay que indicar también que las normas pueden ser declaradas de obligado cumplimiento cuando una norma jurídica (Ley, reglamento técnico, etc....) así lo establezca.

La norma UNE-EN 363:2018 define al sistema anticaídas como el sistema de protección individual contra caídas que detiene una caída libre y limita la fuerza del impacto en el cuerpo de la persona usuaria durante la detención de la caída. Las características específicas del sistema anticaídas son las siguientes:

- No previene la caída libre.
- Permite a la persona usuaria alcanzar zonas o posiciones donde hay riesgo de caída libre y si ocurre una caída, la detiene.

- Limita la longitud de la caída y la fuerza del impacto sobre las personas trabajadoras hasta un máximo de 6 KN.
- Después de la caída, mantiene a la persona en suspensión, en una posición que permita el rescate.

3. COMPONENTES DE UN SISTEMA ANTICAÍDAS

Los sistemas anticaídas, al igual que los otros sistemas mencionados en el apartado 1, están compuestos por un dispositivo de presión del cuerpo, un sistema de conexión y un punto de anclaje. En cualquier configuración posible del sistema anticaídas se debe tener la capacidad de identificar estos tres componentes, ubicados y conectados entre sí en ese mismo orden (ver ejemplo en figura 1). Estos componentes, según se establece en la UNE-EN 363:2018, son los que se detallan a continuación.

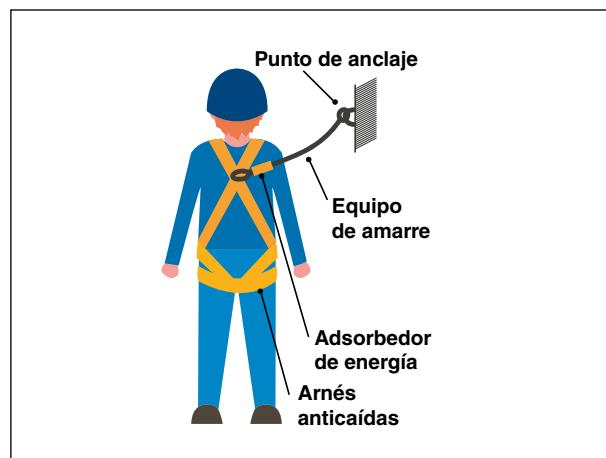


Figura 1. Ejemplo de sistema anticaídas.

Dispositivo de presión del cuerpo

La norma UNE-EN 363:2018 indica que el arnés anticaídas es el único dispositivo de presión del cuerpo destinado a detener una caída. El arnés anticaídas sostiene el cuerpo de la persona que sufre la caída y garantiza además que este se mantenga en una posición correcta, con la cabeza hacia arriba. (ver figura 2).

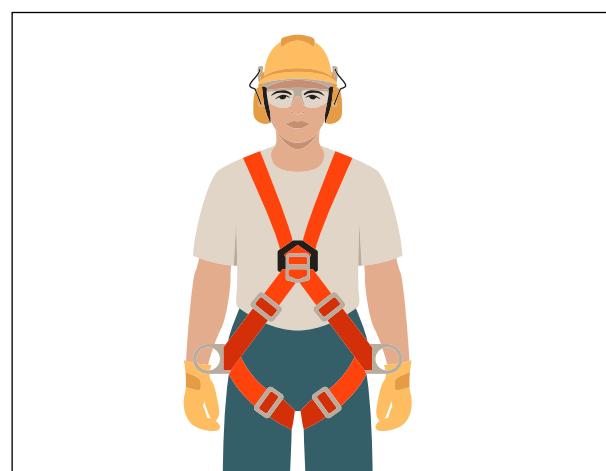


Figura 2. Arnés anticaídas.

Los elementos de enganche anticaídas de un arnés anticaídas están situados en la zona dorsal y/o pectoral (ver figura 3). Es importante identificar dichos puntos, los cuales tienen un marcado específico, tal y como se podrá comprobar en el apartado 6 de esta NTP. También hay que indicar que el arnés anticaídas pueden tener integrados, aparte de otros equipos, otros dispositivos de presión del cuerpo, como, por ejemplo, el arnés de asiento.

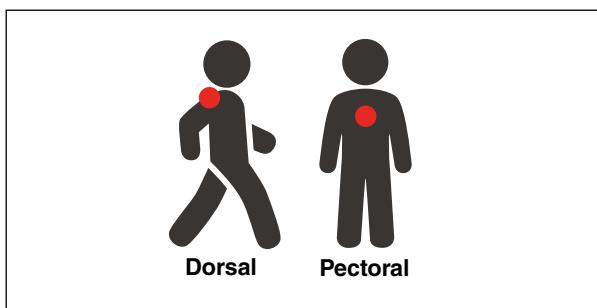


Figura 3. Elementos de enganche anticaídas de arnés anticaídas.

Sistema de conexión

Para los sistemas anticaídas, se pueden utilizar los siguientes sistemas de conexión:

- Absorbedor de energía (UNE-EN 355:2002 "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía") con equipo de amarre integrado (UNE-EN 354:2011 "Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre") (ver figura 4). Es importante destacar que no se puede usar un equipo de amarre sin un absorbedor de energía para detener la caída en este tipo de sistema.

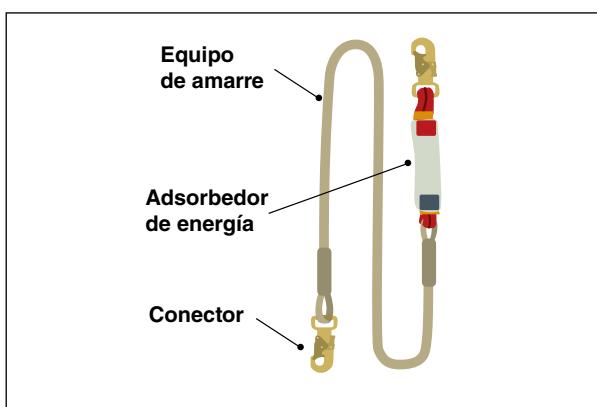


Figura 4. Equipo de amarre con absorbedor de energía integrado.

- Dispositivo anticaídas retráctil: Puede tener varias configuraciones (ver figura 5), pero en todas ellas el elemento de amarre (cable de acero, textiles, etc.) va enrollado dentro de un tambor y se puede desenrollar para permitir el movimiento de la persona. Tiene un mecanismo que frena a la persona en caso de caída. La norma UNE-EN 360:2023 "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles" especifica, entre otras cosas, el marcado, la información suministrada por el fabricante y el embalaje de los anticaídas retráctiles.

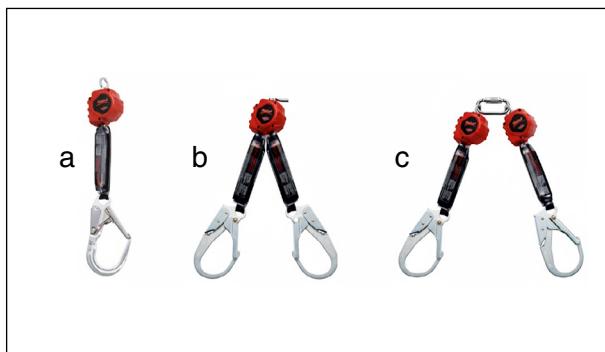


Figura 5. Configuraciones de dispositivos anticaídas retráctil: Un tambor y un elemento de amarre (a), un tambor y dos elementos de amarre (b) y dos tambores y dos elementos de amarre (c).

- Dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje rígida (UNE EN 353-1:2014+A1:2017 “Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida”) o sobre línea de anclaje flexible (UNE EN 353-2:2024 “Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible”) (ver figuras 6 y 7). Dispone de un bloqueo automático con el objeto de frenar la caída y disipar la energía que provoca la misma.

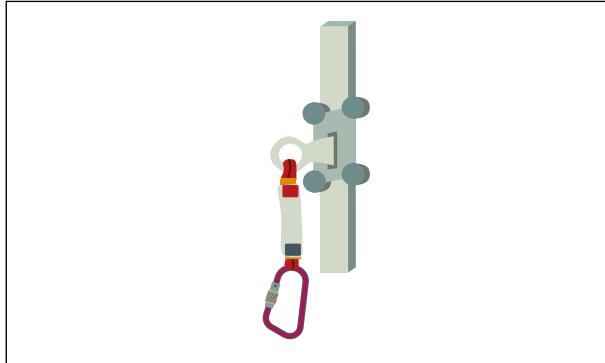


Figura 6. Dispositivo Anticaídas deslizante sobre línea de anclaje rígida.

Las líneas de anclaje flexible pueden ser de cable o de cuerda.

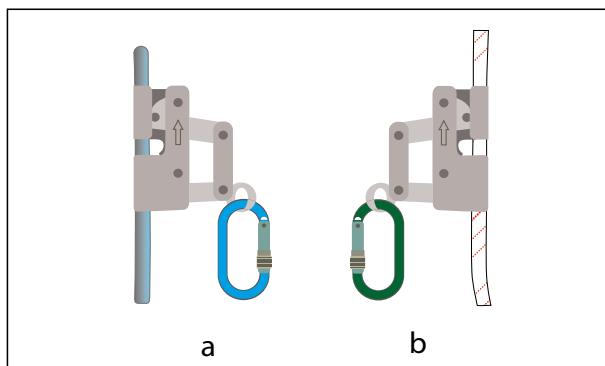


Figura 7. Dispositivos anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible (a) cable (b) cuerda.

Es importante recalcar que si el dispositivo anticaídas deslizante, que incluye la línea de anclaje flexible, también está destinado a utilizarse para trabajos de posicionamiento/retención y/o acceso por cuerdas, deberá cumplir con las normas adecuadas (por ejemplo, UNE-EN 358:2018, UNE-EN 12841:2024 “Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda”), así como con la norma UNE EN 353-2:2024.

Hay que destacar también que el dispositivo anticaídas deslizante tiene que ser compatible con su línea flexible o bien con su línea rígida según sea el caso. Para ello, la empresa fabricante certificará el conjunto indicando qué línea es la compatible para su dispositivo anticaídas deslizante y viceversa.

Punto de anclaje

El sistema de conexión deberá estar conectado mediante un dispositivo de anclaje temporal (UNE-EN 795:2012 “Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje”, CEN/TS 16415 “Personal fall protection equipment - Anchor devices - Recommendations for anchor devices for use by more than one person simultaneously”, para multiusuario) o mediante anclajes permanentes a un punto de la estructura que sea seguro, fiable y que ofrezca la resistencia mínima necesaria como pueden ser los que se incluyen en la norma UNE-EN 17235:2025 “Dispositivos de anclaje permanentes y ganchos de seguridad”, con el objeto de llevar a cabo las tareas en altura de forma segura cuando se utilice el sistema anticaídas.

En las NTP 893 y NTP 1170, así como en las Fichas de Selección y Uso (FSU) de equipos de protección contra caídas de altura del INSST, se puede encontrar más información acerca de los dispositivos de anclajes y otros equipos de protección individual contra caídas de altura citados en esta NTP.

Para unir todos los componentes del sistema anticaídas indicados anteriormente se deben utilizar los conectores. Estos deben ser adecuados para cada tarea según los diferentes tipos a los que hace referencia la UNE-EN 362:2005 “Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores” (ver figura 8).

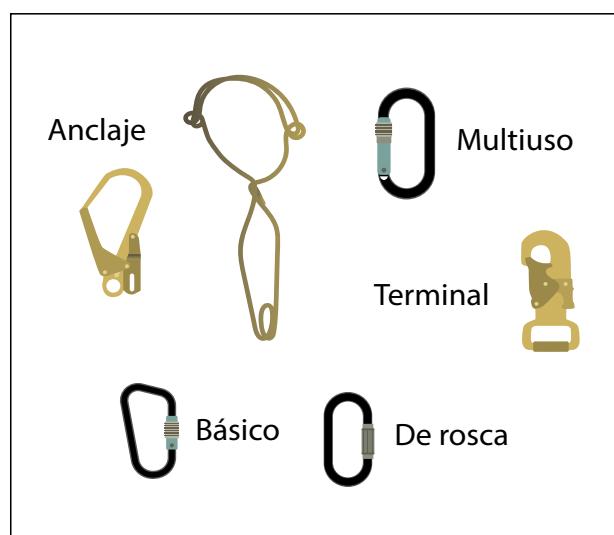


Figura 8. Tipos de conectores (A-anclaje, B-básico, Q-de rosca, T-terminal y M-multiuso).

4. ASPECTOS GENERALES QUE CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN Y USO DE LOS EPI CONTRA CAÍDAS DE ALTURA – SISTEMAS ANTICAÍDAS

Los sistemas anticaídas están concebidos para permitir el acceso y posicionamiento del trabajador en zonas con riesgo de caída de altura, posibilitando la detención de una eventual caída libre. Estos sistemas no evitan la caída, sino que actúan una vez iniciada, limitando además la fuerza de impacto transmitida al cuerpo del usuario.

Para asegurarse que la persona no se golpee contra el suelo o contra otros obstáculos, en el caso de que se produzca la caída, se debe tener en cuenta el denominado espacio libre de caída. Esta distancia debería ser calculada con la información suministrada por la empresa fabricante de los componentes del sistema anticaídas teniendo en cuenta la posible interacción con el dispositivo de anclaje. Para más información consultar la NTP 1170.

A continuación, se indican varios de los aspectos más importantes (algunos ya mencionados) que hay que tener en cuenta para la selección y uso de los componentes del sistema anticaídas.

- La compatibilidad entre los diferentes componentes y elementos a utilizar en este sistema considerando sus limitaciones.
- La idoneidad de los componentes y elementos teniendo en cuenta las características del lugar de trabajo y las tareas a ejecutar.
- Tanto la selección de los componentes como el uso de los mismos debe hacerse por personas capacitadas y competentes.
- La información suministrada por la empresa fabricante en relación, entre otros aspectos, con el uso, mantenimiento y la revisión de los diferentes componentes y elementos.
- Aspectos ergonómicos de acuerdo con la tarea a llevar a cabo.
- La elaboración de un plan de rescate y las personas necesarias para llevarlos a cabo.
- El espacio libre necesario para que la persona no se golpee contra el suelo o con cualquier obstáculo durante la caída.
- Hay que tener en cuenta que siempre que sea posible se trabajará con factor de caída igual a 0. Para más información sobre el factor de caída ver NTP 1170.

5. TRABAJOS CON UTILIZACIÓN DE SISTEMAS ANTICAÍDAS: CARACTERÍSTICAS

Las actividades con riesgo de caída de altura son consideradas actividades o procesos peligrosos o con riesgos especiales de acuerdo con lo establecido en el Anexo I del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Existen numerosos trabajos en los que las personas pueden acceder a áreas o posiciones con riesgo de caída libre. Determinadas tareas pueden requerir el acceso a zonas o posiciones con riesgo de caída a distinto nivel. A continuación, se describen algunas de estas actividades en las que, una vez evaluadas y descartadas otras medidas preventivas más eficaces —como la eliminación del riesgo o la aplicación de protecciones colectivas—, podría ser necesario recurrir al uso de un sistema anticaídas como el sistema de protección individual más adecuado para garantizar la seguridad de la persona trabajadora.

Trabajos sobre cubiertas

Son aquellos que se llevan a cabo sobre cubiertas ya sean horizontales (transitables o no) o inclinadas tales como:

- Aislamiento e impermeabilización.
- Reparación de goteras o filtraciones.
- Sustitución de tejas o placas de la cubierta.
- Instalación o mantenimiento de paneles solares.
- Reparación o sustitución de antenas.

A la hora de llevar a cabo tareas sobre estas superficies habrá que tener en cuenta, entre otras cosas, los accesos, la resistencia de la cubierta o el tejado, la existencia de huecos y zonas frágiles (lucernarios, claraboyas, etc.).

Encofrados horizontales

Los principales factores de riesgo asociados al montaje de encofrados horizontales son las caídas a distinto nivel debidas, entre otros aspectos, a:

- Existencia de huecos en el encofrado.
- Operaciones en la proximidad del borde del encofrado.
- Ausencia de protecciones perimetrales o que estas no sean adecuadas.
- Derrumbe de encofrado.
- Montaje inadecuado de encofrado.

Mantenimiento de Edificios

El riesgo de caída de altura no se produce sólo en la construcción de edificios sino también en las operaciones que se tienen que llevar a cabo para el mantenimiento de los mismos.

Muchas de las operaciones de mantenimiento pueden requerir que la persona acceda a zonas donde hay riesgo de caída libre. Algunas de las operaciones pueden ser, entre otras, las siguientes.

- Limpieza de cristales.
- Mantenimiento de instalaciones de climatización.
- Mantenimiento de placas solares.

Montaje y desmontaje de andamios

El montaje y desmontaje de los andamios, así como otras operaciones tales como la transformación o modificación de estos, lo deben hacer personas especializadas siguiendo lo indicado en el plan de montaje/desmontaje o en el manual de instrucciones de la empresa fabricante.

Durante la realización de dichas operaciones, uno de los principales riesgos que se puede presentar es el de caída a distinto nivel. Este riesgo puede verse agravado por la manipulación de los diferentes elementos del andamio durante las operaciones.

Es importante tener en cuenta que los anclajes se harán en los puntos del andamio establecidos por la empresa fabricante.

Trabajos en torres y postes

Los trabajos en altura, específicamente en torres o postes, son actividades críticas dada la complejidad tanto en la operación de acceso/posicionamiento como en las tareas que se deben hacer en ellas.

Para llevar a cabo tanto el ascenso como el descenso de una torre o de un poste se requiere de una protección adecuada para evitar la caída.

En todos los trabajos indicados en este apartado se podrían emplear algunos de los componentes del sistema anticaídas que se ha desarrollado en apartados anteriores utilizando el arnés anticaídas como dispositivo de presión del cuerpo y pudiendo variar entre los diferentes sistemas de conexión y los dispositivos de anclaje vistos.

Ejemplos de utilización de los diferentes componentes del sistema anticaídas en los trabajos mencionados

Se podría utilizar una línea de anclaje horizontal con un absorbedor de energía con equipo de amarre (doble o simple) integrado en operaciones tales como el montaje de encofrados (ver figura 9), mantenimiento de placas solares (ver figura 10) o el montaje de andamios.

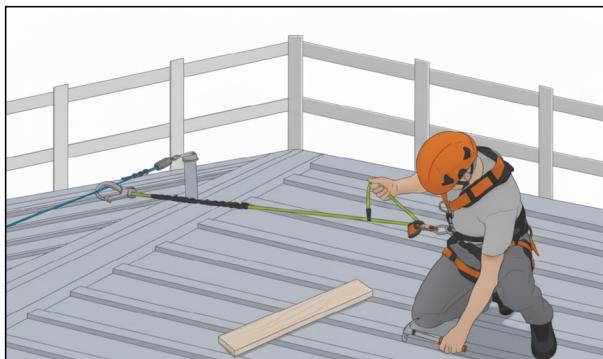


Figura 9. Utilización de línea de anclaje horizontal con equipo de amarre y un absorbedor de energía integrado en montaje de encofrado.



Figura 10. Utilización de línea de anclaje horizontal con un equipo de amarre y absorbedor de energía integrado en colocación de placas solares.

En algunos casos también se podría hacer uso de un dispositivo anticaídas retráctil certificado para uso horizontal. Por ejemplo, para el montaje de encofrados, también se puede emplear perchas con dispositivo anticaídas retráctil.

En las tareas que requieren el desplazamiento vertical, como el ascenso o descenso de una torre, de un poste (ver figura 11) o de una escala o durante el montaje/desmontaje de un andamio, se podría utilizar, por ejemplo, un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea rígida o flexible.

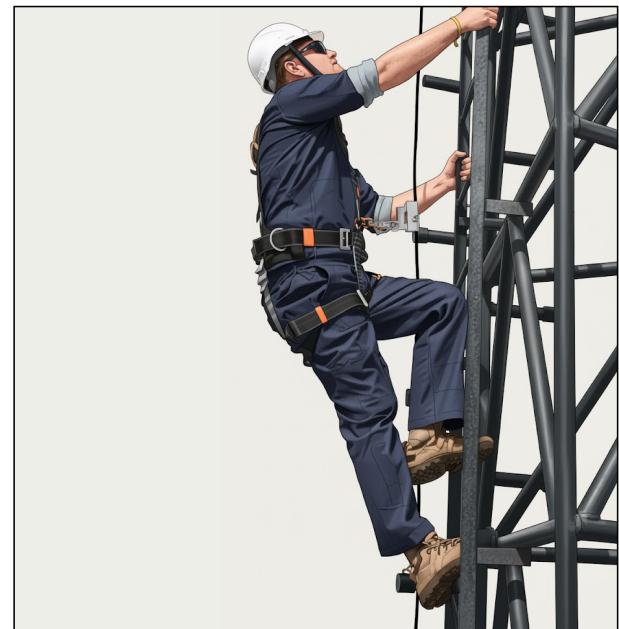


Figura 11. Ascenso a torre utilizando un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible.

Asimismo, en función del tipo de torre, es posible utilizar como sistema de conexión, equipos de doble amarre con conectores tipo A de anclaje y con absorbedor de energía de manera que, alternando los dos equipos de amarre, se podrá ascender o descender encontrándose, la persona, en todo momento sujetada y por tanto protegida contra una caída.

Durante el ascenso/descenso en la torre o en el poste, se debe asegurar siempre un conector del equipo de amarre conectado a la estructura. En el ascenso se debe priorizar los puntos de conexión por encima de la cintura para reducir la altura de la caída, con el objetivo de evitar el golpe contra la estructura en caso de caída.

6. MARCADO DE LOS EPI E INSTRUCCIONES DE USO

Tal y como establece la UNE-EN 365:2005 “Equipo de protección individual contra las caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje”, todos los EPI contra caídas de altura deben estar marcados por la empresa fabricante de forma clara, indeleble y permanente en la lengua oficial del país de destino y con caracteres legibles e inequívocos. El marcado debe incluir, entre otros, lo siguiente:

- Identificación de la empresa fabricante, importador o suministrador.
- Número de serie/lote u otro medio de trazabilidad.
- Modelo y tipo del producto.
- Número y año del documento respecto al que el equipo es conforme (normalmente, una norma UNE-EN).
- Pictograma u otro método (ver figura 12) para indicar la necesidad de que las personas lean las instrucciones de uso.



Figura 12. Pictograma de lectura de instrucciones de uso.

Es importante tener en cuenta que además del marcado que se indica en la norma la UNE-EN 365:2005, los equipos de protección individual contra caídas de altura deberían tener lo siguiente:

- Marcado CE y número del organismo notificado que participe en el procedimiento de conformidad con el tipo (módulo C2 o módulo D del Reglamento (UE) 2016/425).
- Fecha de fabricación (mes y año), por la cual se podrá determinar la fecha de caducidad.

Además, con cada EPI se deben suministrar las instrucciones de uso, mantenimiento y revisión periódica, redactadas en la lengua oficial del país de destino, en formato escrito. Deben ser, al igual que el marcado, claras, legibles e inequívocas y deben contener los detalles adecuados, completados, si es necesario, con esquemas que permitan un uso correcto y seguro del EPI en cuestión.

En la normativa técnica de cada EPI suelen darse indicaciones adicionales sobre el marcado y el folleto informativo. Estas indicaciones deberán tenerse en cuenta además de las anteriormente mencionadas, que hacen referencia a todos los EPI contra caídas de altura.

Aparte de lo que se indique en la norma UNE-EN 365:2005, en relación con el marcado, cada norma específica de los componentes del sistema anticaídas también detalla el marcado que deben de tener.

Así, la norma UNE-EN 361:2002 “Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas”, establece que el arnés anticaídas debe tener el siguiente marcado:

- Una letra “A” mayúscula en cada elemento de enganche anticaídas del arnés (ver figura 13). En el caso de que el enganche lo formen dos elementos que deban ser unidos por medio de un conector, los dos elementos deben estar marcados con A/2 o con el siguiente marcado:



Figura 13. Pictograma de cada elemento de enganche anticaídas del arnés.

- La identificación del modelo o tipo del arnés anticaídas.

Por otro lado, la norma UNE-EN 360:2023 para el dispositivo anticaídas retráctil indica, entre otros, el siguiente marcado:

- Un pictograma que indique la orientación.

- Un pictograma que indique la posición del punto de anclaje.
- Un pictograma que indique el máximo ángulo desde la vertical y/o el desplazamiento lateral máximo desde la vertical.
- Un pictograma que indique si el retráctil puede usarse como doble retráctil.
- La mínima y máxima carga nominal.
- La máxima longitud con el equipo de amarre totalmente extraído.
- El peso cuando este sea ≥ 15 kg.

En cuanto al dispositivo anticaídas deslizante sobre línea rígida, la norma UNE-EN 353-1:2014+A1:2017 establece el siguiente marcado:

- La carga nominal mínima y máxima.
- La orientación correcta de uso si el dispositivo anticaídas se puede retirar de la línea de anclaje rígida.

Esta norma indica también que el marcado en la línea de anclaje rígida o adyacente a ella debe incluir:

- Identificación del modelo y tipo de la línea de anclaje rígida adecuada si el dispositivo anticaídas se puede retirar de la línea de anclaje rígida.

Para el dispositivo anticaídas deslizante sobre línea flexible, la norma UNE-EN 353-2:2024 establece el siguiente marcado:

- La orientación correcta del dispositivo anticaídas deslizante cuando está en uso.
- La identificación del tipo y diámetro de la(s) línea(s) de anclaje flexible en el dispositivo anticaídas deslizante si este se puede quitar de la línea de anclaje flexible.
- Un pictograma que advierte sobre el riesgo de que la línea de anclaje flexible se corte si se carga sobre un borde.
- La longitud se marcará en la línea de anclaje flexible.
- El diámetro y el tipo se deben marcar en la línea de anclaje flexible en el caso que el dispositivo anticaídas deslizante se pueda quitar de la línea de anclaje flexible.
- Un pictograma que prohíba cargar la línea de anclaje flexible sobre un borde.

La norma UNE-EN 355:2002 indica que el absorbedor de energía debe tener, entre otros, el siguiente marcado:

- La longitud máxima permitida del absorbedor de energía incluyendo el equipo de amarre.

La información contenida en esta NTP se completa con la contenida en las referencias detalladas en la bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA

Jefatura de Estado. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado n.º 269 (1995).

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" núm. 81 (2016).

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado n.º 27 (1997).

Ministerio de la Presidencia. Real Decreto 1215/1997, modificado por el Real Decreto 2177/2004, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Boletín Oficial del Estado n.º 188 (1997).

Ministerio de la Presidencia. Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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, en materia de trabajos temporales en altura. Boletín Oficial del Estado n.º 274 (2004).

Ministerio de la Presidencia. Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Boletín Oficial del Estado n.º 140 (1997).

Asociación Española de Normalización. (2018). "Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección contra caídas". (UNE-EN 363:2018).

Asociación Española de Normalización. (2005). "Equipo de protección individual contra las caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje". (UNE-EN 365:2005).

Asociación Española de Normalización. (2011). "Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre". (UNE-EN 354:2011).

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

Asociación Española de Normalización. (2024). "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible". (UNE-EN 353-2:2024).

Asociación Española de Normalización. (2002). "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía". (UNE-EN 355:2002).

Asociación Española de Normalización. (2018). "Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones y equipos de amarre para posicionamiento de trabajo o de retención". (UNE-EN 358:2018).

Asociación Española de Normalización. (2002). "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas". (UNE-EN 361:2002).

Asociación Española de Normalización. (2023). "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles". (UNE-EN 360:2023).

Asociación Española de Normalización. (2005). "Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores". (UNE-EN 362:2005).

Asociación Española de Normalización. (2012). "Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje". (UNE-EN 795:2012).

Asociación Española de Normalización. (2024). "Equipos de protección individual contra caídas. Arneses de asiento". (UNE-EN 813:2024).

Asociación Española de Normalización. (2024). "Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda". (UNE-EN 12841:2024).

Asociación Española de Normalización. (2025). "Dispositivos de anclaje permanentes y ganchos de seguridad". (UNE-EN 17235:2025).

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2021. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2021. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. INSST, Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Tamborero, J. (2008). NTP 809. Descripción y elección de dispositivos de anclaje. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Tamborero, J. (2011). NTP 893. Anclajes estructurales. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Tamborero, J. (2018). NTP 1108. Seguridad en trabajos verticales (I): riesgos y medidas preventivas. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Tamborero, J. (2018). NTP 1109. Seguridad en trabajos verticales (II): técnicas de instalación. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Tamborero, J. (2018). NTP 1110. Seguridad en trabajos verticales (III): equipos del sistema de acceso mediante cuerdas. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Tamborero, J. (2018). NTP 1111. Seguridad en trabajos verticales (IV): técnicas de progresión. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Silva, M. (2022). NTP 1170. Utilización de EPI en trabajos con riesgo de caída de altura. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Carnicero, I. (2024). NTP 1204. EPI contra caída de altura: Sistemas de sujeción. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Arranz, R. (2024). NTP 1205. EPI contra caída de altura: Sistemas de retención. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2019. Tríptico informativo "Trabajar sin caídas". INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2019. Cartel informativo "Trabajar sin caídas". INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2024. Fichas de selección y uso de equipos de protección contra caídas de altura. INSST. Madrid. Disponible en [este enlace](#).



Ropa de protección de Alta Visibilidad.

*High visibility clothing.
Vêtements à haute visibilité.*

Autor:

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

Elaborado por:

Benito Agulla Blanco.

María del Carmen García Vico.

Silvia Torres Ruiz.

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE PROTECCIÓN. INSST.

Esta NTP actualiza y sustituye la NTP 718 Ropa de señalización de alta visibilidad. Toma como referencia y desarrolla algunos de los requisitos incluidos en las normas que aplican a los EPI capaces de señalizar visualmente la presencia de la persona usuaria, haciendo énfasis en las situaciones de riesgo alto de atropello.

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 equipos de protección individual (EPI) capaces de señalizar visualmente la presencia de quien los usa sirven para proteger a las personas trabajadoras de ser atropelladas por un vehículo o un equipo manejado por alguien, que de otra forma no hubiera podido visualizarlas durante el día o la noche.

Los EPI capaces de señalizar visualmente la presencia de la persona usuaria no reducen el daño si se produce un atropello o colisión, sino que permiten su mejor identificación con el fin de que no se produzca. Estos equipos son EPI de categoría II y por tanto deben someterse a Examen UE de Tipo requiriendo la intervención de un Organismo Notificado que emitirá el correspondiente Certificado UE de Tipo. Una vez evidenciado que el equipo es seguro, se estampa en él el marcado CE de conformidad, declarando quien fabrica el producto que este cumple todos los requisitos que le son de aplicación y asume plena responsabilidad al respecto.

Habitualmente para la certificación de los EPI se recurre a normas técnicas armonizadas que, aunque de aplicación voluntaria, su cumplimiento confiere presunción de conformidad con los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud del Reglamento (UE) 2016/425, relativo a los equipos de protección individual, que resulten de aplicación.

La ropa de protección debe ofrecer una protección específica frente a uno o a varios riesgos e, independientemente del tipo que sea, es habitual que la norma particular que aplique requiera el cumplimiento de los requisitos generales descritos en la norma UNE-EN ISO 13688: 2013 *Ropa de protección. Requisitos generales y en sus posteriores modificaciones.*

Actualmente existen dos normas técnicas que regulan los EPI capaces de señalizar visualmente la presencia de la persona usuaria, la primera de ellas está armonizada mientras que la segunda aún no tiene esta consideración:

- UNE-EN ISO 20471:2013. Ropa de alta visibilidad. Métodos de ensayo y requisitos junto con su modificación UNE-EN ISO 20471:2013/A1:2017.
- EN 17353:2020+A1:2025 *Protective clothing - Enhanced visibility equipment for medium risk situations - Test methods and requirements*¹.

Si bien ambas tipologías de equipos están destinadas a hacer visible a la persona usuaria, la primera ofrece simultáneamente visibilidad diurna y nocturna, ya que es capaz de señalizarla en condiciones de luz diurna y tras ser iluminado por unos faros en la oscuridad, mientras que la segunda lo hace, en función del tipo especificado en la norma, en condiciones de luz diurna, nocturna y conjuntamente para el día, el crepúsculo y la noche (Tipo A, B y AB respectivamente). Además, sus ámbitos de aplicación son totalmente distintos, mientras que la norma de ropa de alta visibilidad (AV) únicamente incluye prendas de vestir y está indicada para situaciones de riesgo alto, la norma de equipos de visibilidad mejorada incluye prendas y dispositivos (por ejemplo, bandas para brazos y piernas) y es de aplicación para situaciones de riesgo medio.

¹ Esta norma sustituye a la norma armonizada UNE-EN 17353:2020. *Ropa de protección. Equipo de visibilidad realizada para situaciones de riesgo medio. Requisitos y métodos de ensayo.*

Actualmente, a nivel europeo se están desarrollando dos nuevos proyectos:

- Una norma específica para EPI destinados a actividades de caza. Este proyecto establece requisitos de visibilidad diurna para prendas destinadas a ser usadas por cazadores, entre otros, se propone considerar el color naranja fluorescente como material de fondo, ya que este color permite ser visto por otros cazadores, pero no por los animales cinegéticos. También pretende incluir requisitos mecánicos para cubrir riesgos propios de la actividad, teniendo en cuenta el entorno salvaje en el que se desarrolla.
- Una norma que establece requisitos de luminancia en EPI para mejorar la visibilidad de la persona usuaria certificados según las normas EN ISO 20471 o EN 17353, que incorporen dispositivos LED.

Independientemente de la tipología del EPI capaz de señalizar visualmente la presencia del usuario, las propiedades fotométricas de sus materiales constituyentes así como la disposición de estos en la prenda (diseño), atraen visualmente en relación con el ambiente de fondo donde tienen que ser vistos, especialmente si existen vehículos u otros equipos en movimiento y la iluminación es escasa.

2. EQUIPOS PARA MEJORAR LA VISIBILIDAD DE LA PERSONA USUARIA: MATERIALES

En general, los equipos destinados a mejorar la visibilidad de la persona usuaria para obtener sus prestaciones están confeccionados básicamente con dos tipos de materiales: material de fondo o fluorescente y material retroreflectante. Alternativamente, se puede usar material combinado, que conjuga propiedades de fluorescencia y de retroreflexión, debiendo cumplir requisitos similares a los establecidos para materiales fluorescentes y retroreflectantes. El resto del material del EPI, sin propiedades de fluorescencia o de retroreflexión se denomina "material no fluorescente".

Los materiales empleados en los EPI, además de satisfacer los requisitos fotométricos que procedan, deberán cumplir con el resto de los requisitos que resulten de aplicación (variación dimensional, propiedades mecánicas, propiedades termorreguladoras, ...).

Material de fondo o fluorescente

El material fluorescente tiene las propiedades necesarias para aumentar la visibilidad diurna ya que emite radiación electromagnética a longitudes de onda en el espectro visible mayores que las absorbidas, tal como se observa en la figura 1.

Las normas técnicas que regulan los EPI capaces de señalizar visualmente la presencia de la persona usuaria permiten el uso de determinados colores fluorescentes como material de fondo o combinado, estableciendo para ellos requisitos específicos relativos a sus coordenadas cromáticas y factor de luminancia.

Material retroreflectante

El material retroreflectante tiene propiedades de retroreflexión, es decir, retorna una gran cantidad de los rayos de la luz a la dirección de la cual proceden, como sería el caso de los faros de los coches iluminando un material de este tipo, tal como se observa en la figura 1.

Estos materiales ayudan al ojo a percibir la luz en condiciones de baja iluminación y están caracterizados por el coeficiente de retroreflexión.

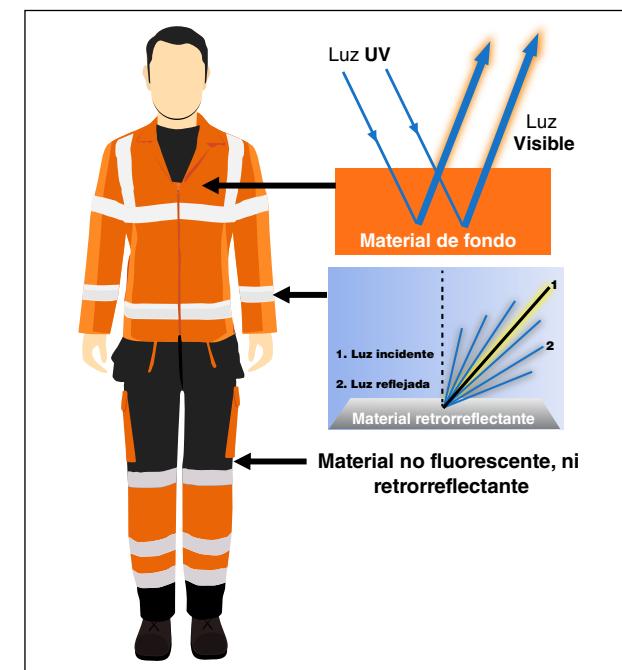


Figura 1. Materiales constituyentes de un EPI capaz de señalizar visualmente la presencia de la persona usuaria.

3. ROPA DE AV: CLASES Y TIPOS

Clases

La ropa de alta visibilidad se agrupa en tres clases (1, 2 y 3), a mayor clase, mayor nivel de protección. Las clases se definen en base a las áreas mínimas de los materiales visibles que componen la prenda, de acuerdo con lo indicado en la tabla 1.

TIPO DE MATERIAL VISIBLE	Clase 3	Clase 2	Clase 1
Material de fondo	0,80	0,50	0,14
Material retroreflectante	0,20	0,13	0,10
Material combinado	No aplica	No aplica	0,20

Tabla 1: Superficie mínima exigida de material visible en m^2 .

El requisito de área mínima no puede comprometerse por logotipos, etiquetas, etc.

La clase puede obtenerse con una sola prenda o con un conjunto de ellas siempre que esta opción esté incluida en las instrucciones de uso y en las etiquetas de las prendas. Por ejemplo, un pantalón y una chaqueta que individualmente tengan una determinada clase, si se usan conjuntamente pueden clasificarse en una clase mayor si como conjunto cumplen el requisito mínimo de área de material visible efectivo que aplique y esta posibilidad se recoge en la información que acompaña a las prendas.

Tipos

Las prendas de AV, además de disponer de las superficies mínimas de material visible exigibles en función de su clase, deben cumplir con los requisitos de diseño que se apliquen dependiendo del tipo de prenda.

Las prendas pueden cubrir únicamente el torso (chalecos sin mangas, tabardos), torso y brazos (camisetas, parkas, jerséis, chaquetas, etc.), sólo piernas (pantalones, pantalones de peto), torso y piernas (mono sin mangas) o el cuerpo entero (buzos, monos), si bien todas ellas, para asegurar la visibilidad de la persona usuaria desde todos los lados (360º), deben cumplir:

- Bandas materiales retroreflectantes (BMR) horizontales y material fluorescente rodeando torso, perneras y mangas.
- BMR y material de fondo de anchura mínima 5 cm.
- Discontinuidades no superiores a 5 cm en costuras y sistemas de cierre.
- Al menos el (50 ± 10) % de la superficie mínima del material de fondo debe situarse en la parte delantera de la prenda.

También, para cada tipo de prenda hay establecidos requisitos específicos de separación, inclinación y número de BMR, así como su distancia al borde, que está ligada con la facilidad para transmitir la actividad humana ("efecto de movimiento").

Las tablas 2 y 3 incluyen algunos ejemplos de diseño de prendas de alta visibilidad.

PRENDAS QUE CUBREN ÚNICAMENTE EL TORSO	PRENDAS QUE CUBREN EL TORSO Y LOS BRAZOS

Tabla 2. Ejemplos de prendas de AV.

En prendas que cubren torso y brazos si la manga impide una visión clara de una banda horizontal del torso, la manga debe estar rodeada por una BMR. Si la manga impide la visión clara de dos bandas horizontales del torso o la prenda es de manga larga, la manga debe estar rodeada por dos BMR.

PRENDAS QUE CUBREN LAS PIERNAS	PRENDAS QUE CUBREN EL TORSO Y LAS PIERNAS	PRENDAS QUE CUBREN EL TORSO, LOS BRAZOS Y LAS PIERNAS

Tabla 3. Ejemplos de prendas de AV.

En el caso de prendas que cubren las piernas, deben disponer de dos o más BMR rodeando cada una de ellas.

4. ROPA DE AV: MARCADO

Cada prenda de ropa de protección de AV llevará el correspondiente marcado que deberá cumplir:

- Las palabras informativas estarán en la lengua oficial del país de destino.
- Ser visible, legible y duradero durante toda la vida útil.
- Sobre el propio producto o etiqueta permanente de la prenda. La etiqueta contendrá la información de cuidado e instrucciones de lavado o limpieza. Si las instrucciones del fabricante indican un número máximo de ciclos de limpieza este número se marcará después de "máx" junto al pictograma.

Además, el marcado incluirá específicamente la siguiente información:

- Nombre, marca u otro medio de identificación del fabricante o su representante.
- Designación del tipo de producto, nombre comercial o código.
- Designación de la talla, de acuerdo con la norma EN ISO 13688. Incluyendo las dimensiones de control expresadas en centímetros.
- Número de la norma, es decir EN ISO 20471.
- Pictograma y clase².



5. ROPA DE AV: INSTRUCCIONES DE USO E INFORMACIÓN PARA LA PERSONA USUARIA

Las prendas de protección de AV, como cualquier otro EPI, deben ir acompañadas de las instrucciones del fabricante que tendrán en cuenta no sólo el uso previsto, sino también los usos razonablemente previsibles (cuando la forma, diseño o apariencia del equipo y cómo se pone en el mercado – canal de distribución, catálogo, tipo de fabricante, etc. - pueden hacer pensar a la persona usuaria que ofrece determinadas prestaciones). La prenda debe suministrarse con información escrita, no ambigua y al menos en la lengua oficial del país de destino. Debe contener como mínimo la siguiente información:

- Designación del tipo de producto, nombre comercial o código. Nombre, marca u otro medio de identificación del fabricante o su representante.
- Número de la Norma específica y año de publicación.
- Constituyentes principales de todas las capas de la ropa.
- Pictograma y clase. Explicación del pictograma y clase.
- Instrucciones relativas al uso adecuado para minimizar el riesgo de daño, así como las limitaciones de uso.
- Las instrucciones de lavado y limpieza. En el caso de que se establezca un número máximo de ciclos de limpieza, éste debe colocarse después de "max".

² El número junto al pictograma indica la clase de la prenda, de acuerdo con la tabla 1.

- Incluir la siguiente frase, “el número máximo indicado de ciclos de limpieza no está relacionado únicamente con la vida útil de la prenda. La vida útil también depende del uso, cuidados en el almacenamiento, etc.”
- Instrucciones de almacenamiento y mantenimiento, incluyendo los períodos máximos entre comprobaciones e instrucciones relativas a la reparación.

6. ROPA DE AV: CRITERIOS DE SELECCIÓN Y USO

Criterios de selección

La ropa de AV está diseñada para señalizar visualmente la presencia de una persona usuaria en condiciones de riesgo alto de atropello y así hacerlo visible con cualquier tipo de luz cuando es visto por conductores de vehículos u otros equipos mecánicos en condiciones de luz diurna y tras ser iluminado por unos faros en la oscuridad.

Para determinar el **nivel de riesgo** de atropello o colisión al que están expuestas las personas trabajadoras que comparten espacio de trabajo con vehículos o maquinaria en movimiento es necesario **conjugar varios aspectos**. En este sentido resulta decisivo considerar la velocidad de los vehículos, así como el tipo de “usuario de carretera” (activo o pasivo) determinado por las tareas y localización del puesto de trabajo. Además, también hay que analizar, entre otros factores, las condiciones meteorológicas, densidad del tráfico, etc. En base a los **niveles de riesgo** establecidos es posible definir, en según qué casos, la **clase de protección** pertinente para el equipo capaz de señalizar visualmente la presencia de la persona usuaria.

En particular se considerará un nivel de riesgo alto de atropello o colisión si los vehículos circulan a velocidades superiores a 15 km/h y la persona usuaria se encuentra en la carretera, no es parte de la circulación y mantiene su atención centrada en algo distinto al tráfico, es decir, es un “usuario de carretera pasivo” (p.ej. personal de emergencia auxiliando a un vehículo averiado o un operario de obras de carretera). No obstante, aun no estando presentes estos dos factores, pueden darse otras circunstancias (condiciones climatológicas adversas, alta densidad del tráfico, etc.), que al ser tenidas en cuenta arrojen igualmente un nivel de riesgo alto. Además de llevar a cabo la preceptiva evaluación de riesgos del puesto de trabajo se debe prever un plan de actuación que puede requerir, entre otras medidas, el uso de EPI diseñados para señalizar visualmente la presencia de la persona usuaria, en concreto si el nivel de riesgo resultante es alto, de prendas de AV.

La tabla 4 recoge indicaciones para seleccionar la clase de la ropa de AV teniendo en cuenta la velocidad de los vehículos para “usuarios de carretera pasivos”.

	Entre 15 y 30 km/h	Entre 30 y 60 km/h	Superior a 60 km/h
“Usuario de carretera pasivo”	Clase 1	Clase 2	Clase 3

Tabla 4. Clases recomendadas para la ropa de AV según velocidad de circulación.

Se deberá seleccionar el tipo y la clase del EPI de AV en base a la evaluación de riesgos referida al lugar y situación en la que sea necesario su uso, atendiendo en todo momento al R.D. 773/97 sobre disposiciones mí-

nimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. A continuación, se detallan los pasos a seguir para una adecuada selección:

- 1º *Identificar y evaluar el riesgo.*
- 2º *Definir el EPI necesario.* Clase y tipo de prenda de protección de AV en función de la parte del cuerpo que se ha de cubrir, entorno y ambiente de trabajo, etc.
- 3º *Comparar con EPI existentes.* Productos existentes en el mercado, durabilidad de la prenda, tallas disponibles, compatibilidad con otros equipos, etc.

Se recomienda una vez finalizados estos pasos llevar a cabo pruebas in situ de las prestaciones que proporciona el EPI. Estas pruebas aportan datos relativos al comportamiento práctico y usabilidad del EPI, además de dar confianza a la persona usuaria potenciando de esta manera su futura utilización.

Para facilitar el cumplimiento de los requisitos de diseño por parte del fabricante, ser recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Para la visibilidad diurna, son preferibles los diseños con una única superficie más grande de material de fondo frente a múltiples superficies fragmentadas más pequeñas.
- Para optimizar la visibilidad e identificación de los movimientos del cuerpo humano, mejor utilizar BMR en los extremos de los miembros superiores e inferiores
- Las combinaciones simples de BMR horizontales y verticales proporcionan el mejor contraste visual frente a la mayoría de fondos. Evitar elementos diagonales extremos y formas monolíticas.

Al plantearnos qué color elegir de los existentes en los EPI de AV (amarillo, rojo anaranjado o rojo), debemos de tratar de obtener el mayor contraste posible con el entorno. Para ello, debemos considerar:

- El medio ambiente: habitualmente ninguno de los tres colores fluorescentes posibles se encuentra normalmente en la naturaleza. No obstante, hay mezclas como el rojo anaranjado en el follaje en otoño o el amarillo en la vegetación, que habrá que tener en cuenta al igual que las condiciones particulares de luz, especialmente en trabajos a la intemperie y en horario coincidente con el crepúsculo.
- El ambiente de trabajo: los colores de las paredes, muros, fachadas, equipamiento, máquinas y vehículos. Determinar cuál es el color principal del entorno de trabajo para seleccionar el color del EPI de forma que se diferencie claramente.

En referencia a las BMR y su colocación en la prenda, además de ser necesarias para situaciones de baja iluminación y de visibilidad nocturna, también pueden proporcionar contraste diurno, así como definición de la silueta humana. Por ejemplo, una determinada colocación de las bandas nos permite diferenciar la silueta de una persona de la de una señal de tráfico.

Otros aspectos adicionales que se han de considerar al seleccionar las prendas de AV:

- Posibilidad de realizar las tareas previstas, peso y comodidad, etc.
- Condiciones ambientales (transpirabilidad de la prenda, etc.).
- Durabilidad de la prenda (vida útil de la prenda).

- Durabilidad en el ciclo de limpieza (doméstico, en seco, industrial, planchado).
- Desgaste por utilización (por abrasión, almacenamiento, exposición a radiación UV).
- Si la persona usuaria está limitado a una única prenda de AV en el torso, una chaqueta con bandas en las mangas ofrece unas prestaciones superiores que un chaleco.
- Si la persona usuaria está limitado a una única prenda de alta visibilidad es recomendable emplear una que rodee el torso. El uso únicamente de pantalón no está generalmente reconocido como una buena práctica.

Utilización

Con carácter general, para el uso, almacenamiento, limpieza, mantenimiento y reparación se deben seguir las indicaciones facilitadas por el fabricante en las instrucciones de uso del EPI. En este sentido se debe garantizar que las personas trabajadoras que los utilicen reciban formación e información al respecto, de forma que conozcan perfectamente:

- Posibilidades de la prenda y sus limitaciones (de qué protege y de qué no). Por ejemplo, prestaciones como la visibilidad nocturna y diurna que ofrece, la visibilidad desde todos los lados (360º) y el reconocimiento de formas y/o movimientos. También limitaciones, por ejemplo, como la generación de reflejos indeseados cuando un conductor utiliza chaleco de AV para tareas fuera de la cabina del vehículo y por inercia continua con el EPI puesto para conducir, pudiéndose producir reflejos en el parabrisas.

- Cómo llevar puesta la prenda y qué aspectos pueden alterar la protección. Prestar la atención a como se obtiene la clase del EPI, con una o con dos prendas. Por ejemplo, conjunto de clase 2 que se compone de cazadora de clase 1 y pantalón de clase 1, si se requiere en la evaluación de riesgos un EPI de AV de la clase 2, siempre se deben de utilizar conjuntamente. Otras consideraciones, como que debe de ir cerrada, no realizar modificaciones que afecten tanto a la superficie del material visible como a la colocación de las bandas, por ejemplo, coger dobladillos, no realizar reparaciones de la prenda, colocación de logos, etc. por iniciativa propia.
- Las razones por las que se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- Cómo limpiar, lavar y almacenar la prenda. Establecer como realizar la limpieza siguiendo las indicaciones y las condiciones de almacenaje (alejado de la luz solar, etc.).
- Qué signos indican la disminución de la capacidad protectora (decoloración, daño sobre las bandas, etc.).

Finalmente, el mantenimiento se refiere a la inspección que regularmente deberá realizar una persona competente, a fin de garantizar que la prenda sigue protegiendo en las condiciones concretas de uso. Deberá establecerse los elementos que se han de revisar, cuándo y si es posible la reparación y, en su caso, quién debe hacerlo, cómo debe realizarse la retirada de una prenda no válida, así como su desecheo, etc.

BIBLIOGRAFÍA

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 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.

UNE-EN ISO 13688:2013 Ropa de protección. Requisitos generales.

UNE-EN ISO 13688:2013/A1:2021 Ropa de protección. Requisitos generales. Modificación 1.

UNE-EN ISO 20471:2013. Ropa de alta visibilidad. Métodos de ensayo y requisitos.

UNE-EN ISO 20471: 2013/A1: 2017 Ropa de alta visibilidad. Métodos de ensayo y requisitos. Modificación 1.

UNE-EN 17353: 2020 Ropa de protección. Equipo de visibilidad realizada para situaciones de riesgo medio. Requisitos y métodos de ensayo.

EN 17353:2020+A1:2025 Protective clothing - Enhanced visibility equipment for medium risk situations - Test methods and requirements.



Dispositivos de enclavamiento con bloqueo del resguardo.

Interlocking devices with guard locking.
Dispositifs de verrouillage avec blocage du protecteur.

Autor:

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

Elaborado por:

Ibon Unzueta Estébanez.

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA.
INSST.

Este documento sustituye a la NTP 12, complementa la NTP 1124 y proporciona información sobre la utilización de dispositivos de enclavamiento con bloqueo del resguardo 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. 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

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 bloqueo”.

En consecuencia, un “dispositivo de bloqueo” debe comercializarse con su correspondiente declaración CE de conformidad, su marcado CE y su manual de instrucciones.

En este punto se debe señalar que la actual Directiva “Máquinas” 2006/42/CE será derogada con efecto a partir del 20 de enero de 2027 por el Reglamento (UE) 2023/1230, que exige, básicamente, los mismos requisitos que la directiva para estos dispositivos.

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 punto 8 del Anexo I.1 de dicho real decreto dispone que 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:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán riesgos suplementarios.
- No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.

- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
- 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 a continuación los distintos dispositivos y parámetros utilizados en esta NTP.

Dispositivo de enclavamiento: dispositivo mecánico, eléctrico o de otro tipo de tecnología, cuyo propósito es impedir el funcionamiento de las funciones peligrosas de la máquina bajo determinadas condiciones (generalmente, siempre que no esté cerrado el resguardo).

Resguardo con dispositivo de enclavamiento: resguardo que, asociado a un dispositivo de enclavamiento y junto con el sistema de mando de la máquina, impide:

- el funcionamiento de las funciones peligrosas de la máquina asociadas al resguardo hasta que el resguardo esté cerrado;
- si el resguardo se abre mientras las funciones peligrosas de la máquina están en funcionamiento, se da una orden para poner la máquina en un estado seguro (una orden de parada).

Dispositivo de bloqueo de resguardo: dispositivo, asociado al sistema de mando de la máquina, destinado a inmovilizar un resguardo en la posición cerrada.

Resguardo con dispositivo de enclavamiento con bloqueo del resguardo: resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento y a un dispositivo de bloqueo del resguardo (véase la figura 1), de modo que, junto con el sistema de mando de la máquina, garantice que:

- las funciones peligrosas de la máquina asociadas con el resguardo no puedan desempeñarse hasta que el resguardo esté cerrado y bloqueado,
- el resguardo permanezca cerrado y bloqueado hasta que haya cesado el riesgo debido a las funciones peligrosas de la máquina asociadas con el resguardo, y
- cuando el resguardo está cerrado y bloqueado, las funciones peligrosas de la máquina asociadas con el resguardo puedan desempeñarse (el cierre y el bloqueo del resguardo no provocan por sí mismos la puesta en marcha de las funciones peligrosas de la máquina).

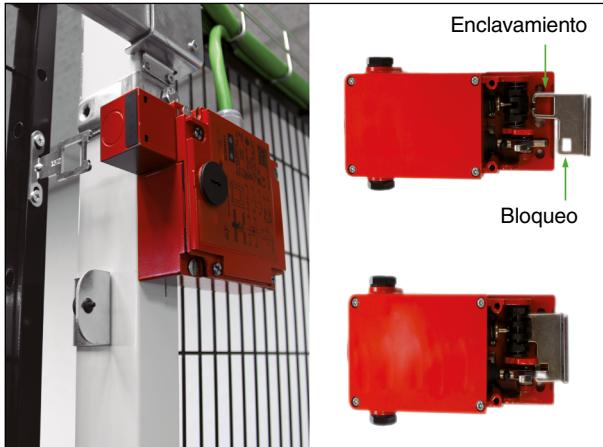


Figura 1. Dispositivo de enclavamiento con bloqueo del resguardo.

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 (véase la Norma UNE-EN ISO 13855).

Tiempo de parada global: Período transcurrido entre el momento en el que se genera la orden de parada debida a la apertura del resguardo y el logro de la reducción del riesgo prevista.

Fuerza de bloqueo. Fuerza que el dispositivo de bloqueo del resguardo puede resistir sin daños de modo que su utilización posterior no se vea afectada y el resguardo no deje la posición de cerrado.

Prevención de la posición de bloqueo inadvertida: Característica del dispositivo de bloqueo del resguardo que asegura que los medios de bloqueo (por ejemplo, el perno del bloqueo) no pueda ponerse en posición de bloqueo si el resguardo no está cerrado.

Desbloqueo de emergencia del resguardo: Posibilidad de desbloquear manualmente, sin medios auxiliares, el bloqueo del resguardo desde fuera de la zona resguardada en el caso de una emergencia. El bloqueo del resguardo con desbloqueo de emergencia puede ser necesario, por ejemplo, para la liberación de personas atrapadas o en la lucha contra incendios.

Desbloqueo con fines de evacuación del bloqueo del resguardo: Posibilidad de desbloquear manualmente, sin medios auxiliares, el bloqueo del resguardo desde dentro de la zona resguardada para abandonar dicha zona.

Desbloqueo auxiliar del bloqueo del resguardo: Posibilidad de desbloquear manualmente, mediante una llave o una herramienta, el bloqueo del resguardo desde fuera de la zona resguardada en caso de que éste falle o en ausencia de energía.

3. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO DE BLOQUEO DEL RESGUARDO

El dispositivo de bloqueo del resguardo solo debe permitir las funciones peligrosas de la máquina cuando el resguardo está cerrado y bloqueado, e impedir su apertura (resguardo cerrado y bloqueado) mientras las funciones peligrosas de la máquina asociadas con el resguardo estén presentes.

Una función de control del estado del dispositivo de bloqueo del resguardo, generando una señal de salida apropiada, controla si el dispositivo de bloqueo está acoplado (resguardo cerrado y bloqueado), en cuyo caso el sistema de mando permitirá que se ejecuten las funciones peligrosas de la máquina; o liberado (resguardo desbloqueado), en cuyo caso impedirá su ejecución. Una forma de garantizar la seguridad y fiabilidad de partes del sistema de mando relativas a la seguridad implicadas es proporcionar una señal de salida compatible con un sistema de mando diseñado de acuerdo con la Norma EN ISO 13849-1 o la Norma IEC 62061.

El dispositivo de bloqueo puede estar integrado en el dispositivo de enclavamiento o ser un elemento independiente. Los dispositivos de bloqueo están indicados cuando el *tiempo de acceso* a la zona peligrosa es igual o menor que el *tiempo de parada global* de las funciones peligrosas de la máquina cuando se abre el resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento (por ejemplo, inercia de los elementos móviles peligrosos de la máquina durante la parada provocada por la apertura del resguardo), y por tanto, no resulta adecuado utilizar únicamente un dispositivo de enclavamiento; o cuando no es posible parar las funciones peligrosas en cualquier momento (por ejemplo, la máquina debe realizar un ciclo completo y no puede parar en cualquier instante del ciclo).

4. DISEÑO DE LA FUNCIÓN DEL BLOQUEO

Existen dos posibilidades para el diseño de la función del bloqueo del resguardo: desbloqueo incondicional y desbloqueo condicional (véase la tabla 1).

Desbloqueo incondicional. El desbloqueo del resguardo puede ser iniciado por el operador en cualquier momento. En el inicio del desbloqueo el dispositivo de bloqueo del resguardo genera una orden de parada. El tiempo necesario para desbloquear el resguardo debe ser mayor que el tiempo necesario para que cese la función peligrosa de la máquina (véase la figura 2).

Desbloqueo condicional. El desbloqueo del resguardo solo es posible si la situación peligrosa o las funciones peligrosas de la máquina han cesado.

DESBLOQUEO INCONDICIONAL		DESBLOQUEO CONDICIONAL			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 1 Resguardo cerrado y bloqueado El desbloqueo es posible </div> <div style="background-color: #ff9999; color: black; padding: 5px; margin: 0 10px;"> Función peligrosa de la máquina posible </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 2 Resguardo cerrado y desbloqueado Es posible abrir el resguardo </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 3 Resguardo no cerrado </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> Bloqueo conseguido ↑ ↓ Desbloqueo conseguido¹ </div> <div style="text-align: center;"> Se impide la función peligrosa de la máquina </div> <div style="text-align: center;"> Desbloqueo conseguido ↑ ↓ Desbloqueo conseguido </div> </div>					

Tabla 1. Condiciones para el desbloqueo incondicional y condicional.

5. DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO CON BLOQUEO DEL RESGUARDO ACCIONADO MECÁNICAMENTE

La parte mecánica (por ejemplo, perno) que bloquea el resguardo puede ser:

- aplicada y retirada manualmente (véase figura 2);

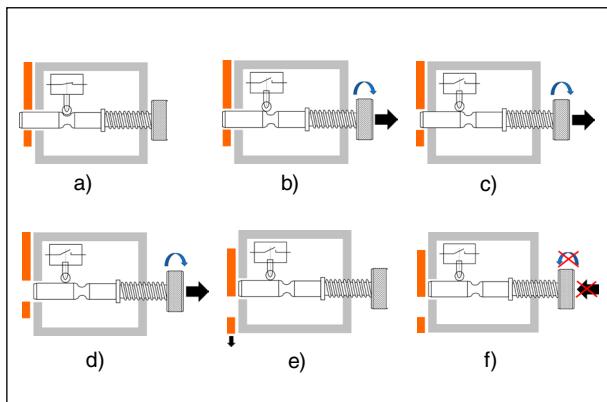


Figura 2. Desbloqueo manual incondicional.¹

- aplicada por distensión de un muelle (o similar) y retirada mediante accionamiento (véase la figura 3.a);
- aplicada mediante accionamiento y retirada por distensión de un muelle (o similar) (véase la figura 3.b);
- aplicada y retirada mediante accionamiento (véase la figura 3.c).

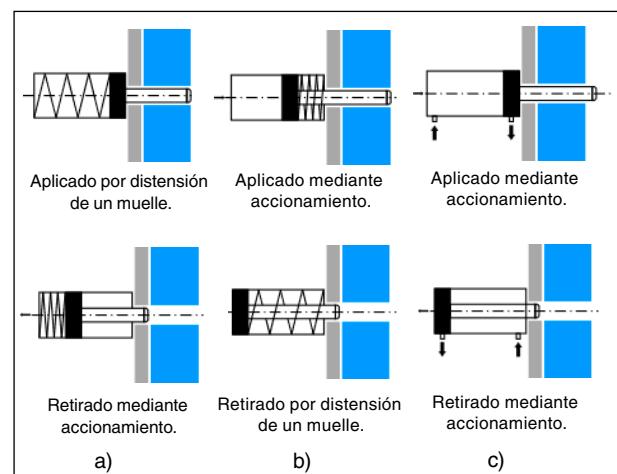


Figura 3. Modos de funcionamiento condicional del dispositivo de bloqueo del resguardo.²

¹ La condición de desbloqueo conseguido supone que:

- la orden de parada se ha iniciado al mismo tiempo que empieza a accionarse el dispositivo de desbloqueo como consecuencia de esta acción; y
- el tiempo necesario para desbloquear el resguardo es mayor que el tiempo necesario para que desaparezca el peligro.

² a) El resguardo está cerrado y bloqueado, y los contactos del interruptor de posición se encuentran cerrados por la hendidura del eje roscado, permitiendo que se ejecuten las funciones peligrosas.
 b) Al girar (desatornillar) de forma manual, el perno acciona el interruptor de posición provocando la apertura de sus contactos y la orden de paro de las funciones peligrosas.
 c) El tiempo que transcurre entre la apertura de los contactos del interruptor de posición y el desbloqueo del resguardo móvil se determina de manera que sea mayor que el tiempo que necesitan las funciones peligrosas para detenerse.
 d) Resguardo cerrado y desbloqueado tras el cese de las funciones peligrosas, es posible la apertura del resguardo.
 e) Resguardo abierto y desbloqueado con las funciones peligrosas detenidas.
 f) Una vez abierto, el resguardo móvil impide que se vuelva a atornillar el eje roscado y, por tanto, se cierran los contactos del interruptor de posición, impidiendo que se ejecuten las funciones peligrosas de la máquina (prevención de posición de bloqueo inadvertida).

En el bloqueo del resguardo accionado mecánicamente se debe utilizar el principio de bloqueo mecánico directo debido a su configuración. No se debe confiar solamente en la fuerza ni en la fricción.

Fuerza de bloqueo

En el dispositivo de bloqueo del resguardo se debe especificar la fuerza de bloqueo máxima F_{ZH} que soporta en la posición acoplada (véase la figura 4). Esta fuerza se puede determinar de acuerdo con el ensayo de la fuerza de bloqueo según el Anexo I de la norma UNE-EN ISO 14119.

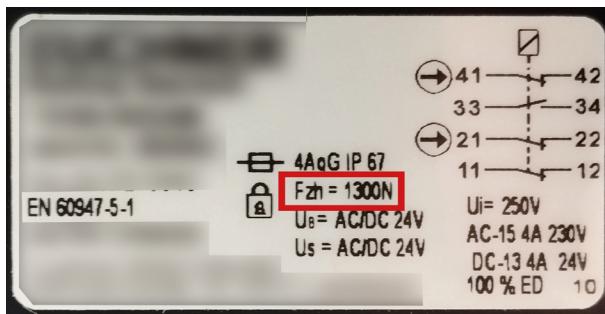


Figura 4. Fuerza de bloqueo F_{ZH} indicada en dispositivo de enclavamiento con bloqueo del resguardo.

Cuando se aplique, se debe seleccionar el dispositivo con bloqueo del resguardo de forma que la fuerza máxima F_{MAX} prevista ejercida sobre la protección no supere la F_{ZH} garantizada según el párrafo anterior.

Dispositivo de bloqueo mecánico del resguardo

El bloqueo mecánico del resguardo debe ser el resultado del acoplamiento de dos partes rígidas (cierre vinculado a la forma, véanse las figuras 1, 2, 3, 5, 6 y 7).

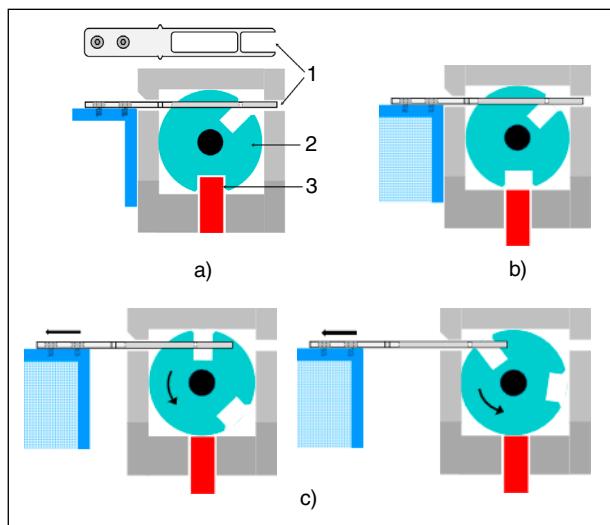


Figura 5. Dispositivo de bloqueo mecánico.³

Control del bloqueo

Se debe controlar la posición acoplada del elemento de bloqueo, y la función peligrosa de la máquina sólo debe ser posible cuando el sistema de mando detecta la posición cerrada del resguardo y la posición acoplada del elemento de bloqueo.

Para garantizar un control eficaz del dispositivo de bloqueo del resguardo se debe establecer uno de los siguientes métodos:

- si el elemento de bloqueo solo puede ir a la posición acoplada cuando el resguardo móvil está en la posición cerrada, se pueden comprobar por el control del elemento de bloqueo (únicamente con un detector C como en la figura 6);

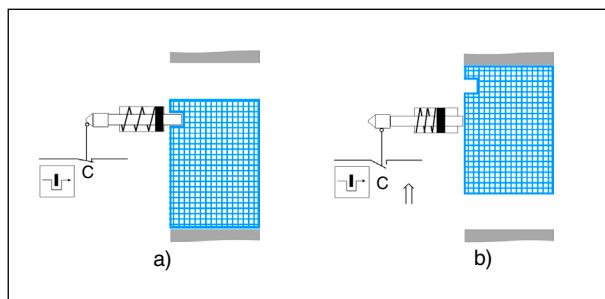


Figura 6. Detección de la posición del elemento de bloqueo.⁴

- en otro caso, se debe utilizar el control del elemento de bloqueo y adicionalmente el control de la posición del resguardo (figura 7 con detectores C_1 y C_2);

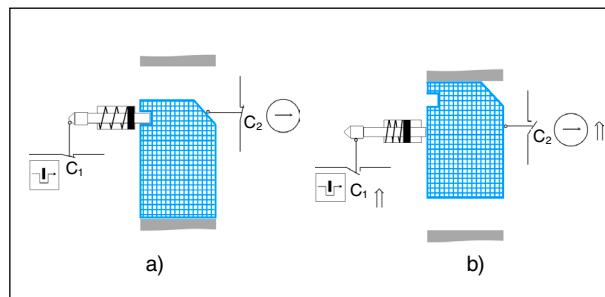


Figura 7. Detección independiente de las posiciones del elemento de bloqueo y del resguardo móvil.⁵

6. DISPOSITIVO DE BLOQUEO ACCIONADO ELECTROMAGNÉTICAMENTE

En este tipo de dispositivo el resguardo se mantiene cerrado (bloqueado) sin ningún medio de bloqueo mecánico mediante una fuerza electromagnética (véase la figura 8). El bloqueo del resguardo electromagnético funciona según el principio de bloqueo aplicado y retirado mediante accionamiento.

³ 1) Actuador (lengüeta).

2) Sistema de accionamiento (leva interna rotativa).

3) Elemento de bloqueo (perno).

a) Resguardo cerrado y bloqueado.

b) Resguardo cerrado y desbloqueado.

c) Resguardo abierto y desbloqueado.

⁴ C Detector de posición del dispositivo de bloqueo.

a) Resguardo cerrado y bloqueado.

b) Resguardo abierto y desbloqueado.

⁵ C_1 Detector de posición del dispositivo de bloqueo.

C_2 Detector de posición del resguardo móvil.

a) Resguardo cerrado y bloqueado.

b) Resguardo abierto y desbloqueado.

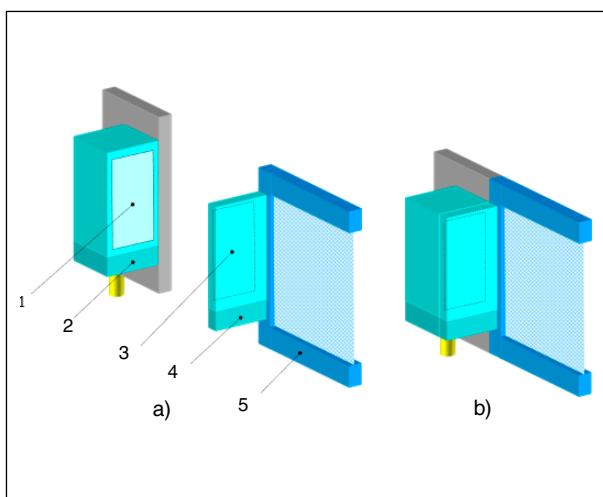


Figura 8. Dispositivo de bloqueo electromagnético.⁶

Fuerza de bloqueo de dispositivo de bloqueo accionado electromagnéticamente

La fuerza necesaria para el bloqueo del resguardo se aplica mediante la generación de un campo electromagnético y se debe controlar si dicha fuerza efectiva de bloqueo (suficiente para impedir la apertura del resguardo desde la posición de cerrado sin la ayuda de una palanca o herramientas pesadas similares) es igual o superior a la fuerza de bloqueo F_{ZH} especificada.

Esta fuerza de retención necesaria debe ser la apropiada para la aplicación prevista y para la construcción del resguardo.

Control del bloqueo

La función peligrosa de la máquina sólo es posible cuando el control detecta la posición cerrada del resguardo y la consecución de la fuerza de bloqueo especificada (por ejemplo, medición de la corriente en la bobina o medición de la fuerza del campo electromagnético, ...).

Medidas básicas para minimizar las posibilidades de neutralización

Teniendo en cuenta que un dispositivo electromagnético de bloqueo no presenta daños después de una apertura por la fuerza, cuando se abre por la fuerza se debe asegurar de inmediato que el proceso no puede continuar.

El objetivo de esta medida es que la apertura por la fuerza conlleve una pérdida de tiempo que sea similar a la de los trabajos de reparación (temporización) y comparable con la reparación del daño de un dispositivo de bloqueo electromecánico.

Esto se puede realizar mediante:

- la adopción de medidas en el dispositivo de bloqueo del resguardo similares a las siguientes:
 - el rearme después de una interrupción de las funciones peligrosas de la máquina solo es posible después de un tiempo mínimo de 10 min, o
 - la generación de un malfuncionamiento del bloqueo, que requiera su reemplazo o reparación; o
- la adopción de medidas en el sistema de mando de la máquina que supongan un consumo de tiempo equivalente, tales como, por ejemplo, la secuencia siguiente: 1º) mensaje de advertencia en la máquina, 2º) parada de ciclo, 3º) desactivación del modo de producción, 4º) prueba de la función de bloqueo del resguardo, y 5º) activación del modo de producción, y 6º) rearanque del siguiente ciclo de la máquina (después de un tiempo determinado mínimo de 10 min).

7. DESBLOQUEO SUPLEMENTARIO DEL BLOQUEO DEL RESGUARDO

Dependiendo de la aplicación, pueden ser necesarios métodos suplementarios de desbloqueo⁷ del bloqueo del resguardo ya mencionados en el apartado de definiciones.

Desbloqueo con fines de evacuación del bloqueo del resguardo

El desbloqueo deliberado, con fines de evacuación genera una orden de parada, se produce desde dentro de la zona resguardada y debe ser posible fácilmente sin medios auxiliares (los medios de desbloqueo, accesibles solo desde dentro de la zona resguardada, se accionan manualmente y actúan directamente sobre el principio del mecanismo de bloqueo).

Desbloqueo de emergencia del bloqueo del resguardo

El desbloqueo deliberado genera una orden de parada, se produce desde fuera de la zona resguardada y también debe ser posible fácilmente sin medios auxiliares (los medios de desbloqueo se accionan manualmente y actúan directamente sobre el principio del mecanismo de bloqueo).

El desbloqueo de emergencia tiene el efecto del bloqueo en la posición de desbloqueo de los medios de bloqueo, debe estar posicionado y/o protegido de manera que se eviten aperturas accidentales del bloqueo y claramente marcado indicando su utilización únicamente para situaciones de emergencia⁸.

El rearme del desbloqueo de emergencia solo debe ser posible por medio de una herramienta o por otros métodos (por ejemplo, cambio de componente). Este requisito puede cumplirse a nivel del sistema de mando.

⁶ 1) Bloqueo electromagnético.

2) Interruptor de posición de accionamiento sin contacto.

3) Placa de sujeción magnética.

4) Actuador codificado.

5) Resguardo móvil.

a) Resguardo abierto y bloqueo liberado.

b) Resguardo cerrado y bloqueo acoplado.

⁷ Cuando se utiliza alguno de los métodos de desbloqueo descritos, el efecto podría ser un tiempo de parada considerablemente más largo de lo normal, lo cual debería considerarse en la evaluación del riesgo.

⁸ En el caso de que sea previsible que el acceso sea necesario en caso de emergencia para los sistemas del tipo "aplicado por distensión de un muelle - retirado mediante accionamiento" o "aplicado y retirado mediante accionamiento" (véase la figura 3.a y 3.c), se debe proporcionar un dispositivo de bloqueo del resguardo con este desbloqueo de emergencia.

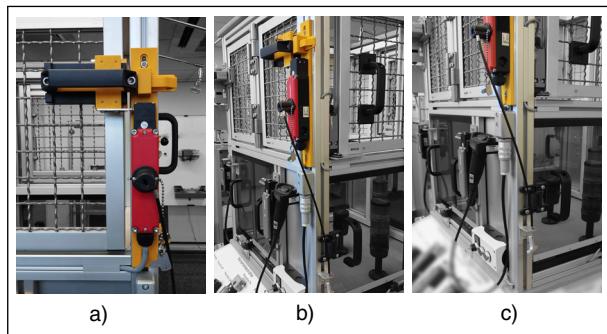


Figura 9. Dispositivo de enclavamiento con bloqueo del resguardo con desbloqueo de emergencia.⁹

Desbloqueo auxiliar del bloqueo del resguardo

El desbloqueo auxiliar, deliberado, genera una orden de parada desde fuera de la zona resguardada y solo debe ser posible por medio de una herramienta o llave.

El desbloqueo auxiliar se debe utilizar solo en casos excepcionales, por ejemplo, cuando el bloqueo es del tipo de desbloqueo mediante accionamiento y se pierde la alimentación y el bloqueo no tiene la función de desbloqueo de emergencia.



Figura 10. Dispositivo de enclavamiento con bloqueo del resguardo con desbloqueo auxiliar mediante llave de desbloqueo y de rearme del desbloqueo protegida por precinto/revestimiento protector.

El rearne del desbloqueo auxiliar también solo debe ser posible por medio de una herramienta o por otros métodos (por ejemplo, cambio de componente). Este requisito se puede cumplir a nivel del sistema de mando (no en el dispositivo de bloqueo de resguardo), en cuyo caso se deben proporcionar indicaciones claras en las instrucciones de utilización del dispositivo de bloqueo de resguardo.

Las instrucciones de utilización deben indicar que es necesario el restablecimiento de la protección antes de que se reanude el funcionamiento normal.

8. REQUISITOS PARA SUJECIONES

Las sujetaciones de los dispositivos de bloqueo del resguardo deben cumplir los requisitos aplicables de aquellos recogidos en el apartado 5. INSTALACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ENCLAVAMIENTO de la NTP 1124.

9. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE BLOQUEO DEL RESGUARDO

El dispositivo se debe ser capaz de soportar las fuerzas previstas y efectos dinámicos tales como rebotes, o vibraciones.

Si las fuerzas de reacción a los impactos previstas son superiores a las fuerzas que puede soportar el dispositivo seleccionado, se deben aplicar medidas de diseño para reducir o eliminar dichas fuerzas¹⁰.

Si el dispositivo de bloqueo del resguardo se acciona automáticamente cuando el resguardo alcanza la posición de cerrado, el dispositivo de bloqueo del resguardo seleccionado debe resistir las fuerzas mecánicas generadas.

⁹ a) Vista frontal con llave de rearne de bloqueo.
b) Vista lateral del dispositivo con tirador de desbloqueo.
c) Detalle de tirador de desbloqueo.

¹⁰ Una fuerza dinámica se producirá, cuando el resguardo se está cerrando y el mecanismo de bloqueo ya está activado.

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.

Reglamento (UE) 2023/1230 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2023, relativo a las máquinas, y por el que se derogan la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva 73/361/CEE del Consejo.

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 13849-1:2024 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 13855:2011 Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano. **AENOR**

UNE-EN IEC 62061:2021 Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando relativos a la seguridad. **AENOR**

EN ISO 14119:2025. 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**

NTP 1124 Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos: interruptores de posición accionados mecánicamente. **INSST**



Control biológico de la exposición laboral a agentes químicos.

Biological monitoring to chemical agents at work.

Surveillance biologique des expositions professionnelles aux agents chimiques.

Autor:

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

Elaborado por:

Lucía Ugena Díaz.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN.
INSST.

Celia Prado Burguete.

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL. REGIÓN
DE MURCIA.

Esta NTP constituye una actualización de la 586, cuyo objetivo principal era proporcionar pautas para la aplicación del control biológico. En esta NTP se presentan los diferentes indicadores y medios biológicos, así como los valores límite biológicos existentes. Además, se explican las diferentes bases que se han seguido para su establecimiento, entre otros aspectos relevantes que facilitan una correcta aplicación del control biológico por parte de los profesionales de salud laboral.

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 medición de la concentración de contaminantes químicos en el aire, en la zona de respiración de la persona trabajadora, es una herramienta que se utiliza habitualmente para evaluar la exposición a sustancias químicas en los lugares de trabajo. Estas mediciones permiten conocer la concentración ambiental de un agente químico que puede ser inhalada durante un determinado período de tiempo (dosis externa). La valoración se lleva a cabo comparando la concentración en el aire ponderada en el tiempo de un determinado contaminante con su Valor Límite Ambiental (VLA). De esta forma se evalúa únicamente la exposición por vía inhalatoria (y no por otras vías, como, por ejemplo, la dérmica), por lo que esta técnica puede no reflejar necesariamente la exposición total de la persona trabajadora, de modo que, en muchas ocasiones, es necesaria la utilización del control biológico.

El control biológico proporciona también una herramienta importante para evaluar la exposición de la población trabajadora a los agentes químicos. Se basa en la determinación de un indicador biológico (IB) en un medio biológico de las personas expuestas y es una medida de la cantidad total absorbida de un agente químico por el organismo en un período de tiempo (dosis interna). Los Valores Límite Biológicos (VLB) son los valores de referencia, en este caso, para evaluar los resultados del control biológico.

Durante los últimos años, este campo está experimentando un enorme crecimiento debido, por un lado, a los avances en las técnicas analíticas que han hecho que se facilite su aplicación y, por otro, a una mayor preocupación por los efectos de la contaminación ambiental sobre la salud (Tranfo, 2020). Estos hechos, junto con otros factores, han contribuido al reconocimiento, a nivel europeo, de la importancia del control biológico en la evaluación

de riesgos por exposición a sustancias químicas. En consecuencia, se están desarrollando numerosas iniciativas y esfuerzos internacionales para fomentar y ampliar su aplicación en el ámbito de la Unión Europea (UE). Un ejemplo es el proyecto *Human biomonitoring for Europe* (HBM4EU) de la UE el cual se centró específicamente en el control biológico. Las actividades iniciadas en dicho proyecto continúan a través de otra iniciativa comunitaria denominada *Partnership in the Risk Assessment of Chemicals* (PARC). Los resultados obtenidos hasta la fecha ponen de manifiesto la necesidad de incluir más valores límite biológicos dentro de la Directiva sobre agentes químicos y la Directiva sobre carcinógenos, mutágenos y reprotoxicos de la UE (Louro, 2019; Viegas et al., 2020; Directiva 2022/43).

2. CONTROL BIOLÓGICO

En 1980, la Comisión de las Comunidades Europeas (CEC), el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) de los Estados Unidos y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) de los Estados Unidos organizaron un seminario sobre la evaluación de agentes tóxicos en el lugar de trabajo. En dicho encuentro se discutió el concepto de control biológico como herramienta para evaluar la exposición a sustancias químicas en entornos laborales. Posteriormente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) consolidó una definición de referencia del término, entendiéndolo como *la medición y evaluación de los agentes en el lugar de trabajo o sus metabolitos, ya sea en tejidos, secreciones, excrementos, aire inspirado o cualquier combinación de estos, para evaluar la exposición y el riesgo para la salud en comparación con una referencia apropiada* (WHO, 1996).

Por tanto, el control biológico es una herramienta de gran utilidad en la prevención de riesgos laborales, ya que permite realizar un seguimiento de la exposición por todas las posibles vías de entrada al organismo (inhalatoria, dérmica, digestiva, etc.). Esto se realiza mediante la detección de ciertos indicadores biológicos en uno o varios medios biológicos como la orina, la sangre o el aire exhalado, entre otros, de las personas trabajadoras expuestas.

En la higiene industrial, la evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos, en algunas ocasiones, no solo implica la realización del control ambiental, sino que también es relevante la aplicación complementaria de criterios de valoración biológicos, es decir, del control biológico, cuando existan VLB. Este tipo de valoración del riesgo se basa en la estimación de la dosis interna o dosis absorbida de una sustancia química en el organismo de una persona trabajadora, considerando todas las posibles vías de entrada del xenobiótico, tanto en actividades laborales como extralaborales. Para ello, se determina la concentración del compuesto químico o alguno de sus metabolitos en medios biológicos, así como los cambios bioquímicos reversibles que hayan podido originarse por ellos, para su posterior comparación con los valores límite de referencia adecuados (Manini, 2006).

En la práctica, el abordaje y la realización de un programa de control biológico requiere, por un lado, saber qué IB se va a utilizar, en qué medio biológico se va a determinar, cómo y cuándo se va a llevar a cabo la toma de muestras, cómo se va a cuantificar y respecto a qué valor de referencia se va a comparar. Por otro lado, implica conocer previamente las características toxicocinéticas y toxicodinámicas del compuesto químico. Esto permite realizar de forma eficaz un seguimiento continuo de la exposición de la población trabajadora, ayudando a identificar posibles riesgos antes de que se materialicen como efectos adversos (Periago, 2002).

A continuación, se desarrollan todos estos aspectos, los cuales están interrelacionados y condicionados entre sí; por tanto, es necesario conocerlos en profundidad para ajustar adecuadamente todo el proceso y obtener resultados comparables.

3. INDICADORES Y MEDIOS BIOLÓGICOS

3.1. Indicadores biológicos

Se entiende por IB un parámetro apropiado, medido en un momento determinado en un medio biológico de la persona trabajadora, que está asociado, directa o indirectamente, con la exposición global del agente químico (INSST, 2022). En base a estudios toxicocinéticos o estudios de campo se establece la relación entre las concentraciones ambientales y las concentraciones de los IB.

En general, se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- **IB de dosis:** parámetro que mide la concentración del agente químico o de alguno de sus metabolitos en un medio biológico de la persona trabajadora expuesta, generalmente sangre u orina, y que proporciona una estimación representativa de la dosis absorbida. La mayoría de los IB pertenecen a esta categoría. Pueden ser específicos para una sustancia particular o generales para un grupo de sustancias relacionadas. Un ejemplo es el cadmio en orina, utilizado como indicador de la exposición a este metal.

- **IB de efecto:** parámetro que puede identificar alteraciones bioquímicas o funcionales en su fase inicial y mientras aún son reversibles, inducidas de manera característica por el agente químico al que está expuesta la persona trabajadora. Estos indicadores reflejan las manifestaciones precoces relacionadas con la sustancia, que todavía no constituyen efectos adversos o patológicos, sino indicadores tempranos de un efecto biológico. Los IB de efecto son generalmente menos específicos. Un ejemplo de este tipo es la disminución de la actividad de la acetilcolinesterasa eritrocitaria, que evidencia la exposición a pesticidas organofosforados, aunque no permite identificar el pesticida específico responsable.

3.2. Medios biológicos

Los medios biológicos son los materiales biológicos (fluidos y tejidos), en los cuales se puede determinar la presencia de los IB. En la práctica del control biológico, actualmente solo tienen aplicación las determinaciones de los indicadores en sangre, orina y, ocasionalmente, en aire exhalado, aunque se han estudiado indicadores de exposición laboral en otros medios biológicos como la saliva o el cabello (INSST, 2022).

- **Orina:** medio biológico idóneo para el seguimiento biológico de compuestos hidrófilos, metales y disolventes polares sin metabolizar. Además, es el medio que más ventajas presenta ya que, de una forma sencilla y no invasiva, se puede disponer de grandes cantidades de muestras, siendo una opción bastante aceptada por la población trabajadora. Su principal desventaja radica en la variabilidad de la concentración de los contaminantes o metabolitos en la orina, lo que requiere la aplicación de ajustes para su correcta interpretación.
- **Sangre:** medio apropiado para la determinación de compuestos inorgánicos, sustancias orgánicas con metabolismo reducido y compuestos volátiles. Su mayor ventaja es la baja variabilidad interindividual y el escaso riesgo de contaminación de las muestras. Como desventajas, destaca el carácter invasivo del procedimiento de extracción y la susceptibilidad de la muestra al deterioro si no se manipula y conserva adecuadamente.
- **Aire exhalado:** medio biológico útil para la determinación de indicadores de exposición laboral a disolventes orgánicos volátiles, ya que sus concentraciones pueden correlacionarse de forma adecuada con los niveles del contaminante tanto en sangre como en el ambiente laboral. Sin embargo, resulta poco eficaz para compuestos muy solubles en agua, como las cetonas y los alcoholes; para sustancias muy reactivas, como la anilina; o para aquellas que se metabolizan con rapidez, como el benceno. Aunque su obtención no constituye una técnica invasiva, se utiliza con menor frecuencia que los medios anteriores y, además, su uso ha disminuido en los últimos años.

En definitiva, la elección del medio biológico adecuado dependerá tanto del tipo de IB, dado que estos presentan distintas vidas medias en cada medio biológico, como de la naturaleza química de cada sustancia. Esto se debe a que cada compuesto posee unas características específicas desde el punto de vista toxicocinético y toxicodinámico, que condicionan sus vías de entrada, distribución, metabolismo y eliminación, así como su mecanismo de acción y la respuesta del organismo (EU-OSHA, 2011).

4. TOXICOCINÉTICA Y TOXICODINÁMICA

4.1. Toxicocinética

La toxicocinética estudia los procesos que experimentan los xenobióticos en el organismo y los describe cuantitativamente mediante el uso de modelos toxicocinéticos, que son herramientas matemáticas que se utilizan para simular el comportamiento de una sustancia química en el cuerpo humano o animal. Estos modelos describen la absorción, distribución, metabolismo y eliminación (ADME) de una sustancia. Además, permiten establecer relaciones entre las concentraciones del xenobiótico o de sus metabolitos en determinados órganos o tejidos del organismo, las concentraciones o cantidades de la sustancia química a las que ha estado expuesta la persona trabajadora y el tiempo transcurrido desde dicha exposición (HSE, 1997; INSST, 2010). Por ello, resultan especialmente útiles en la evaluación del riesgo para la salud humana frente a sustancias químicas tóxicas, sobre todo cuando no se dispone de datos experimentales suficientes (WHO, 2009).

Absorción: proceso mediante el cual una sustancia pasa del medio ambiente a la circulación sanguínea del organismo. En el ámbito laboral, las vías de entrada más frecuentes de los agentes químicos son la respiratoria y la dérmica, seguidas de la digestiva. No obstante, también deben considerarse otras posibles vías como la parenteral.

Distribución: proceso dinámico que depende tanto de las velocidades de absorción y eliminación como del flujo sanguíneo en los diferentes tejidos y de las afinidades de estos por la sustancia. En general, los tóxicos se suelen distribuir rápidamente a los tejidos con flujo sanguíneo elevado, como el pulmón, riñón, cerebro e hígado, mientras que simultáneamente llegan a otros compartimentos con menor flujo, como los músculos, y de forma más lenta al tejido adiposo y óseo.

La distribución de los xenobióticos no es uniforme, sino que se concentran en un tejido determinado, alcanzando en algunos casos la concentración máxima en el lugar donde se ejerce la acción (órganos diana), mientras que en otros el xenobiótico se acumula en zonas distintas, hablándose en este caso de "depósito del tóxico".

Metabolismo: proceso de biotransformación o conversión metabólica que sufren los xenobióticos en el organismo con el fin, generalmente, de disminuir su toxicidad y facilitar su eliminación. Aunque, en ocasiones, las sustancias pueden eliminarse de forma inalterada, en otros casos, se pueden transformar en una sustancia más activa que la que ha sido absorbida inicialmente, dando lugar a metabolitos con acción tóxica. Por lo tanto, dependiendo de la reactividad química del agente y de la vía de transformación que siga en el organismo, este proceso tendrá una u otra duración y no necesariamente la ruta mayoritaria tiene por qué ser la principal desde el punto de vista tóxico.

Eliminación: proceso mediante el cual el xenobiótico o sus metabolitos son expulsados del organismo a través de diferentes vías de excreción, como la renal, biliar, respiratoria, gastrointestinal, entre otras. De manera habitual, la eliminación no ocurre de forma uniforme, sino que transcurre por fases, cada una con su propia cinética y vida media.

Uno de los parámetros clave al que se hace referencia habitualmente es la vida media, que refleja tanto la

afinidad de la sustancia química por la matriz o el medio biológico, como la eficiencia de los procesos metabólicos o de eliminación. La vida media determina cuánto tiempo permanece un agente o su metabolito en el organismo, y se define como el tiempo necesario para que la cantidad de xenobiótico en el organismo se reduzca a la mitad.

En este sentido, es importante destacar que diferentes metabolitos del mismo xenobiótico pueden tener distintas vidas medias, porque la velocidad de eliminación no sea igual para todos ellos. Así, conociendo la vida media de una sustancia química se puede saber el tiempo necesario para que se elimine del organismo, considerando que el tiempo de permanencia de un xenobiótico en el organismo es entre cinco y siete veces el valor de su vida media. En un tiempo igual a cinco veces la vida media se eliminaría más del 95% del contaminante, mientras que en siete veces se eliminaría más del 99% (Parker, 2010).

No obstante, algunas sustancias pueden **acumularse** en determinados órganos o tejidos de depósito como el hígado, los riñones, el tejido graso y los huesos, hasta su completa desaparición de los medios biológicos. Cuando esto ocurre y una sustancia o su metabolito se acumulan, pueden prolongarse sus efectos a pesar de haber cesado la exposición, debido a la liberación progresiva de la sustancia acumulada, ya que el xenobiótico acumulado se encuentra en equilibrio con el xenobiótico en plasma y se va liberando a medida que se metaboliza o se elimina.

Esta es una de las razones por las que la toma de muestras debe hacerse en el momento adecuado, ya que pueden existir diferentes momentos de muestreo incluso para un mismo contaminante. De este modo, conociendo la vida media de un xenobiótico, es posible estimar el tiempo necesario para que se elimine un determinado porcentaje de dicho compuesto del organismo (Periago, 2002; INSST, 2001; INSST, 2010).

4.2. Toxicodinámica

Una vez que la sustancia química ha ingresado al organismo y se han completado las primeras etapas de la fase toxicocinética, el xenobiótico puede interactuar con sitios específicos de acción en el organismo. De este modo, tras una exposición prolongada, la sustancia puede alcanzar concentraciones suficientes en el órgano diana y provocar efectos sobre la salud.

La toxicodinámica se define como el estudio de dichas interacciones o, dicho de otra manera, el análisis de los mecanismos mediante los cuales las sustancias tóxicas ejercen sus efectos adversos sobre el organismo en distintas condiciones de exposición, así como de los procesos a través de los cuales llegan a producirse; teniendo en cuenta que cada sustancia actúa preferentemente sobre un tejido, célula o estructura del organismo, que se denomina sitio elector o diana (Klaassen, 2019). De esta forma, el primer efecto que se presenta en las personas expuestas recibe el nombre de efecto crítico, bajo determinadas condiciones de exposición (INSST, 2022).

En ocasiones, existe una relación directa entre la dosis del tóxico y el efecto a nivel individual, de modo que un incremento en la dosis puede aumentar la intensidad o gravedad del efecto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que algunos efectos tóxicos, como el cáncer o las mutaciones genéticas, son independientes de la dosis en términos de gravedad; es decir, la exposición a dosis crecientes no aumenta la intensidad del efecto sino la probabilidad de que éste se produzca (WHO, 1999).

Por esta razón, los VLB se fijan, directa o indirectamente, de manera que no lleguen a producirse efectos

adversos ni, menos aún, enfermedades en la población trabajadora crónicamente expuesta a las sustancias en cuestión, tomando como base, entre otros elementos, el efecto crítico en trabajadores/as con exposiciones laborales bien establecidas y cuantificadas (Periago, 2002).

5. TOMA DE MUESTRA

La velocidad a la que las sustancias químicas se absorben en el organismo y la velocidad a la que se distribuyen a diferentes tejidos u órganos, se metabolizan y se excretan es diferente de un agente químico a otro. Como se ha mencionado, la vida media es un parámetro toxicocinético muy importante y afecta tanto al momento de la toma de muestra, para la determinación de la concentración de los IB, como al tiempo que debe transcurrir entre varias muestras sucesivas para que estas reflejen los cambios en la exposición.

5.1. Momento de la toma de muestra

Dado que la concentración de algunos biomarcadores puede cambiar rápidamente, el momento en que se recoge la muestra resulta fundamental, por lo que es necesario que sea el expresamente recomendado para cada contaminante. Este momento depende de la vida media del indicador: si es corta, el momento del muestreo es crítico y generalmente proporciona información sobre la exposición de ese mismo día; en cambio, si la vida media es larga, el momento de muestreo no es crítico y representa la exposición acumulada a lo largo del tiempo.

En el documento “Límites de exposición profesional para agentes químicos en España” (INSST, 2025), en la tabla de Valores Límite Biológicos (VLB®) se especifica, para cada IB, el momento adecuado para la toma de muestra con respecto a la exposición. Este momento debe entenderse en el contexto de una semana laboral estándar, constituida por cinco días de trabajo con jornadas de ocho horas cada una, seguidos de dos días consecutivos de descanso. Es fundamental respetar escrupulosamente estas indicaciones, ya que la distribución y eliminación de un agente químico o sus metabolitos, así como los cambios bioquímicos inducidos por la exposición, son procesos dependientes del tiempo.

Los VLB® son aplicables solamente si la toma de muestra se realiza en el momento especificado.

5.2. Periodicidad de la toma de muestra

La utilización del control biológico implica la medición a intervalos regulares de los IB con objeto de conocer la evolución de los resultados en el tiempo y, en caso de obtenerse medidas anómalas, analizar la situación e intervenir antes de que se produzcan efectos para la salud.

Dependiendo de la velocidad de eliminación del contaminante o del metabolito, una medida biológica puede verse influenciada por la exposición del día, la semana o los meses anteriores a la toma de muestra. Por ejemplo, en el caso del plomo en sangre, que tiene una vida media de alrededor de 35 días, las medidas tomadas en dos días consecutivos reflejarán esencialmente la misma información, es decir, la exposición de los últimos meses.

Cuando se desea utilizar la medición del IB para observar los cambios que se hayan producido en la dosis interna, por ejemplo, por la disminución de las concentraciones ambientales de contaminantes o por la utilización de equipos de protección individual, es necesario

dejar un tiempo entre las tomas de muestra para que las mediciones biológicas puedan mostrar los cambios que se hayan producido. Los intervalos de tiempo entre dos muestras pueden estimarse en base a la vida media de los diferentes parámetros biológicos. En la tabla 1 se puede observar la periodicidad aproximada entre las tomas de muestra en función de la vida media de los diferentes indicadores biológicos.

Vida media (h)	Intervalo mínimo entre tomas de muestra
< 5	Un día
5 - 35	Una semana
35 - 150	Un mes
150 - 600	Cuatro meses
600 - 1.150	Ocho meses
> 1.150	Un año

Tabla 1. Periodicidad de la toma de muestra (adaptado de IRSST, 2022).

Una vez realizada la toma de muestra, considerando los aspectos antes descritos, los resultados obtenidos de concentración del IB en el medio biológico adecuado, se han de comparar con valores de referencia adecuados, es decir, con VLB.

6. VALORES LÍMITE BIOLÓGICOS

Se pueden definir como valores de referencia para los IB asociados a la exposición global a los agentes químicos. Son aplicables para exposiciones profesionales de ocho horas diarias durante cinco días a la semana. La extensión de los VLB® a períodos distintos al de referencia debe hacerse considerando los datos farmacocinéticos y farmacodinámicos del agente en particular.

En general, representan los niveles más probables de los IB en población trabajadora sana sometida a una exposición global a agentes químicos, equivalente, en términos de dosis absorbida, a una exposición exclusivamente por inhalación del orden del valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED). La excepción a esta regla la constituyen algunos agentes para los que los VLA asignados protegen contra efectos no sistémicos. En estos casos, los VLB® pueden representar dosis absorbidas superiores a las que se derivarían de una exposición por inhalación al VLA (INSST, 2025).

Los VLB no indican una distinción clara entre exposiciones peligrosas y no peligrosas. Puede ocurrir que, debido a la variabilidad biológica, el resultado obtenido supere el valor de referencia, sin embargo, esto no se traduce necesariamente en un mayor riesgo para la salud, ni en enfermedad o peligro, sino que significa que existe una exposición potencialmente superior a la de la población de referencia (INSST, 2022).

En este sentido, hay que clarificar que los VLB no están concebidos para usarse como medida de los efectos adversos ni para el diagnóstico de las enfermedades profesionales, por lo que el control biológico es una práctica que no debe confundirse con la vigilancia de la salud.

Además, en el caso de los agentes cancerígenos, mutágenos y algunos reprotoxicos o sensibilizantes sin umbral, el VLB no es un valor por debajo del cual se proteja la salud si no que es una herramienta para conocer la exposición y mejorar las medidas preventivas (INSST, 2022; WHO, 1996; SCOEL, 2014).

Valores límite biológico y su establecimiento

Con el fin de controlar la exposición ambiental en los puestos de trabajo, varias organizaciones y organismos de diferentes países han desarrollado los límites de exposición profesional (OEL, por sus siglas en inglés). Además de los OEL, muchas organizaciones proponen cada vez más valores de referencia para el control biológico de la exposición a agentes químicos como, por ejemplo, el Comité de Evaluación de Riesgos (RAC) de la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA), la Fundación Alemana para la Investigación Científica (DFG), el Ejecutivo de Salud y Seguridad en Gran Bretaña (HSE), la Agencia de Seguridad y Salud alimentaria, ambiental y laboral de Francia (ANSES), la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, entre otros).

A nivel europeo, el RAC de la ECHA asume desde el 2019 el estableciendo de los valores límite biológicos (BLV, por sus siglas en inglés). Son valores de referencia que se establecen en base a la relación entre la dosis y los efectos sobre la salud o, en ausencia de estos datos, en base a la relación con los valores límite de exposición (OEL). Además, la ECHA, en ocasiones, recomienda unos valores biológicos orientativos (BGV, por sus siglas en inglés) que, generalmente, representan los niveles obtenidos de los IB en estudios de la población general o niveles de fondo.

En concreto, el INSST actualiza y publica anualmente el documento de los Límites de Exposición Profesional (LEP) para Agentes Químicos en España (INSST, 2025) recogiendo los valores adoptados para cada año, aprobados por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (CNSST). Los valores recogidos en este documento se adoptan teniendo como referencia los valores límite comunitarios. De modo que, pueden ser valores más restrictivos siempre y cuando se cumplan con los establecidos a nivel europeo.

Las bases científicas para establecer los VLB de los agentes químicos pueden derivarse de dos tipos de estudios: a) los que relacionan la intensidad de la exposición con el nivel de un parámetro biológico, y b) los que relacionan el nivel de un parámetro biológico con efectos sobre la salud.

a) Estudios que relacionan la intensidad de la exposición con indicadores o parámetros biológicos internos. En este caso, el VLB se establece en función de la relación cuantitativa entre la dosis externa (nivel del agente químico en el ambiente laboral) y la dosis interna (concentración del agente o sus metabolitos en el organismo). Aunque estos VLB no están basados directamente en la salud, al utilizar para su obtención los VLA que sí lo están, se asume que mantener los niveles internos por debajo del VLB no se asocia con efectos adversos en condiciones laborales estándar (8 horas/día, 5 días/semana), salvo en personas con hipersensibilidad.

De forma excepcional, hay algunos VLA que se han establecido en base a un efecto local y, en estos casos, el VLB se suele establecer en base a los efectos

adversos sistémicos de la sustancia, por lo que en este supuesto el VLA y el VLB es posible que no se correlacionen.

b) Estudios que relacionan parámetros o indicadores biológicos con efectos sobre la salud. Este tipo de estudios, como los realizados en cohortes de personas trabajadoras o voluntarias, permiten vincular directamente las concentraciones del agente químico o sus metabolitos en medios biológicos (dosis interna) con la aparición de efectos biológicos tempranos o adversos. Por ello, constituyen una base sólida para establecer VLB con relación dosis-efecto.

En el caso particular de los agentes cancerígenos, mutágenos, algunos reprotoxicos o sensibilizantes sin umbral, no es posible establecer un VLB basado en salud, ya que no se ha identificado un nivel por debajo del cual no se observen efectos adversos para la salud, o bien por falta de datos toxicológicos concluyentes. Ante esto, como se ha mencionado con anterioridad, algunos organismos como, por ejemplo, DFG, ANSES o el Comité Científico sobre Límites de Exposición Profesional a Agentes Químicos (SCOEL), han propuesto valores biológicos orientativos (BGV), que corresponden con niveles de fondo de la población general (sin exposición laboral) de referencia definida. Estos valores, determinados estadísticamente (generalmente en el percentil 90 o 95), representan la mayor concentración de la sustancia o de un metabolito de esta en cualquier medio biológico y permiten detectar exposiciones adicionales, aunque no garantizan ausencia de riesgo.

De modo que pueden ser de utilidad cuando no hay datos suficientes para establecer un VLB basado en salud y su superación podría indicar la probabilidad de que pueda existir un riesgo de exposición laboral. Esta información es de gran interés para el personal técnico experto, ya que permite valorar la adecuación de las condiciones del trabajo de la población trabajadora, así como de las medidas de control y la posible necesidad de adoptar acciones correctivas.

7. LEGISLACIÓN APPLICABLE

El término “control biológico”, ampliamente empleado en el ámbito de la higiene industrial, carece de una definición explícita en la legislación española. Sin embargo, el Real Decreto 39/1997 establece que los resultados del control biológico deben incluirse en la historia clínico-laboral de las personas trabajadoras. Asimismo, el Real Decreto 374/2001 incorpora la definición del valor límite biológico y hace referencia a los valores límite biológicos de aplicación obligatoria recogidos en el Anexo II, donde se incluye el VLB para la medición de plomo en sangre.

De conformidad con la Directiva 98/24/EC, se han establecido cinco listas de valores límite indicativos (VLI) de exposición profesional, pero en ellas no se han incluido valores límite biológicos. No obstante, se han ido incorporando notas en algunos VLI para indicar que “durante el seguimiento de la exposición, se deben tener en cuenta los valores de seguimiento biológico pertinentes”.

El SCOEL en su documento *Methodology for the Derivation of Occupational Exposure Limits*, indicó que la ventaja más importante del control biológico es para las sustancias que pueden penetrar a través de la piel (SCOEL, 2013). Por ello, en sus informes, adoptados para distintas sustancias, se ha incluido el control biológico en el caso de que se constate una absorción dérmica significativa.

En el informe publicado por el grupo de trabajo conjunto ECHA/RAC-SCOEL se incluyó un acuerdo sobre la relevancia del control biológico para proteger a la población trabajadora señalando que, para ciertas sustancias o condiciones de trabajo, el control biológico era más importante e informativo sobre la exposición real de las personas trabajadoras que el control ambiental, ya que este último, por sí solo, puede subestimar gravemente la absorción total de ciertas sustancias (ECHA/RAC-SCOEL, 2017). Este acuerdo se ha plasmado en los informes de RAC adoptados para las sustancias 4,4'-metilenbis-[2-cloroanilina] (MOCA), benceno, acrilonitrilo y cadmio, subrayándose la importancia del control biológico al proporcionar información adicional, en particular, se menciona la vía dérmica para los tres primeros y la protección de los efectos a largo plazo causados por la acumulación para el cadmio (ECHA RAC, 2018 y 2021). Como consecuencia de ello, el Real Decreto 395/2022, estableció una combinación de un límite de exposición ambiental y un valor límite biológico para el cadmio y sus compuestos inorgánicos hasta julio de 2027.

La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, a petición de la Comisión Europea, ha publicado recientemente una guía sobre el control biológico (EU-OSHA, 2025) que ofrece consejos y recomendaciones prácticas para el diseño e implementación de programas de control biológico en el ámbito laboral, protegiendo los derechos de la población trabajadora. Asimismo, explica el marco legislativo de la UE y la función y el uso de los valores orientativos y los valores límite biológicos para mejorar la prevención en el lugar de trabajo.

En relación con la legislación vigente, el control biológico es actualmente obligatorio en el marco de la vigilancia de la salud para las exposiciones laborales a plomo y cadmio. Para los demás agentes químicos, el control biológico podrá ser un requisito obligatorio cuando no pueda garantizarse que la exposición de la persona trabajadora a dicho agente está suficientemente controlada, de acuerdo con lo establecido en el RD 374/2001, artículo 6.3.a. Tal como señala la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo del INSST (INSST, 2022), el control biológico debe llevarse a cabo cuando ofrezca ventajas frente al uso exclusivo del control ambiental. En estos casos, permite completar la evaluación de la exposición, proporcionando información adicional sin la cual dicha evaluación – basada únicamente en la dosis externa – sería incompleta. De este modo, se considerará necesario realizar el control biológico en los siguientes supuestos:

- En situaciones en que las mediciones ambientales no reflejen la exposición de la persona trabajadora, como cuando:
 - Sea probable que haya una absorción significativa a través de la piel (sustancias con la nota “vía dérmica” en el documento LEP) o por vía digestiva.
 - Resulte difícil obtener muestras ambientales representativas, debido a una gran variabilidad de las concentraciones ambientales.
 - Las condiciones de trabajo (esfuerzo físico, estrés térmico, etc.) determinen diferencias significativas en la dosis interna que las medidas ambientales no tenga en cuenta.
- Para verificar la eficacia de las medidas preventivas implantadas para controlar la exposición, sobre todo cuando éstas se basen fundamentalmente en el uso de equipos de protección individual.
- Cuando haya exposición a sustancias con efectos tóxicos acumulativos, como metales pesados.

8. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para permitir una interpretación adecuada, los resultados de las medidas del control biológico deben considerarse en contexto, es decir, deben ir acompañados de la misma información básica que los datos sobre exposición por inhalación. Se debe indicar qué biomarcador o IB se mide, el tiempo al que se toma la muestra en relación a la finalización de la exposición (p. ej., muestra puntual al final de la jornada laboral o muestra al final de la semana laboral), la vida media biológica de la sustancia medida, información sobre los procesos, las tareas realizadas, la forma y condiciones en que se desarrollan, las medidas de prevención utilizadas, el momento real de finalización de la tarea y cualquier otra información que pueda ayudar a interpretar los datos. Por ello, esta actividad debe ser realizada por personal técnico familiarizado con los puestos de trabajo evaluados y es necesaria una comunicación fluida y coordinación entre el personal higienista y el personal encargado de la vigilancia de la salud. La observación de la persona trabajadora y de sus prácticas de trabajo es importante en la determinación de las rutas de exposición y permitirá interpretar adecuadamente los resultados del control biológico, además se conocerá de primera mano el momento en que termina la tarea, lo que es necesario cuando se trata de un indicador con momento de muestreo crítico.

Los VLB no indican una distinción clara entre exposiciones peligrosas y no peligrosas, tal como se definen se trata de los niveles más probables de los IB, por tanto, es posible que la concentración de un IB en un individuo supere el VLB sin que ello suponga un aumento del riesgo para la salud. Por ello, y debido a la naturaleza variable de las concentraciones en muestras biológicas, las conclusiones no deberían basarse normalmente en un único resultado, sino en mediciones de múltiples muestras. Sin embargo, puede ser adecuado retirar a la persona trabajadora de la exposición incluso tras un único resultado elevado, si existen indicios razonables para creer que puede haberse producido una exposición significativa.

Si las mediciones en muestras obtenidas en diferentes ocasiones superan el VLB, se deben investigar las causas y, si es necesario, implantar nuevas medidas preventivas para reducir la exposición y evaluar su eficacia. También se justifica una investigación si las mediciones en muestras obtenidas de un grupo de personas trabajadoras en el mismo lugar de trabajo y turno de trabajo superan el VLB.

La interpretación de los resultados debe tener en cuenta todos los factores que pueden influir en la relación entre la concentración ambiental medida en un periodo de tiempo estándar y la dosis absorbida por el organismo. Estos factores se relacionan con las características individuales, los contaminantes, las tareas que se realizan o los lugares de trabajo que pueden causar que, ante una misma exposición ambiental, las personas trabajadoras expuestas puedan presentar valores distintos en los resultados de las mediciones para el control biológico. Algunos de los factores de variabilidad más importantes se detallan a continuación.

Absorción dérmica

La exposición por vías distintas a la inhalatoria, generalmente dérmica, es a menudo una de las principales razones por las que no hay una concordancia perfecta entre el control ambiental y el control biológico. Esta discrepancia suele ser, en muchos casos, el argumento más sólido para realizar el control biológico.

En el caso de sustancias con alta capacidad de absorción dérmica y baja presión de vapor, la absorción a través de la piel puede representar un riesgo significativamente mayor que la exposición por vía inhalatoria, debido a la relativamente baja absorción a través del tracto respiratorio.

Las sustancias para las que la absorción dérmica puede ser particularmente importante son, entre otras, el fenol, las aminas aromáticas, los nitrocompuestos, los compuestos organofosforados o los éteres de glicol. Esta absorción puede tener lugar por contacto directo con la piel, con la ropa contaminada o por contacto de la piel con la fase vapor, como se ha demostrado para sustancias como el 2-metoxietanol, 2-etoxietanol, hidrocarburos aromáticos policíclicos, N,N-dimetilformamida o disulfuro de carbono.

La nota "vía dérmica", incluida en el documento "Límites de exposición profesional para agentes químicos en España" publicado por el INSST (INSST, 2025), identifica aquellas sustancias cuya absorción cutánea representa un factor relevante en la evaluación de la exposición y, por tanto, debe ser especialmente controlada. Cabe destacar que el número de sustancias con esta nota está aumentando y que la contribución potencial de la absorción por vía dérmica a la cantidad global absorbida de un contaminante se vuelve cada vez más importante a medida que se reducen los valores límite ambientales.

Esfuerzo físico

El volumen de aire contaminado que entra en el organismo aumenta con la intensidad de la carga de trabajo, lo que conlleva una mayor absorción pulmonar del contaminante. La importancia de la contribución de la actividad física sobre la absorción pulmonar de los disolventes orgánicos depende principalmente de su solubilidad en la sangre. Los disolventes con mayor solubilidad en sangre (ej. tolueno, acetona, diclorometano, xileno, estireno, etc.), presentan una mayor absorción cuando la carga de trabajo aumenta, lo que conlleva también un aumento del valor de los indicadores biológicos de exposición.

La observación de la población trabajadora y de los métodos de trabajo que utiliza permitirá una mejor interpretación de los datos de exposición.

Características individuales

Las personas trabajadoras varían en complejión y estado físico, por lo que pueden inhalar cantidades muy diferentes de aire mientras realizan tareas similares y, por lo tanto, absorber diferentes dosis de las sustancias químicas presentes en el aire.

Las diferencias en la composición del organismo (contenido en agua y grasa), la capacidad metabólica, el sexo, la edad y el estado de salud también son responsables de esta variabilidad biológica interindividual ya que afectan a la distribución, metabolización y eliminación de los agentes químicos en el organismo. Por ejemplo, con la edad se produce una disminución de la función hepática y renal que conduce a una disminución de la eliminación de xenobióticos.

En general, la medida de la sustancia sin metabolizar en sangre, en aire exhalado o en la orina presenta menor variabilidad que la de los metabolitos al no verse influida por los procesos de metabolización.

Interacciones con otras sustancias

Las interacciones constituyen un factor adicional de variabilidad entre la dosis externa y el efecto a nivel del

órgano diana, pudiendo dificultar la interpretación de los resultados del control biológico.

Se puede observar una reducción en la tasa de metabolización tras la exposición simultánea a dos o más sustancias que compiten por las mismas rutas metabólicas. Por ejemplo, la exposición a etilbenceno/m-xileno, n-hexano/metiletilcetona, tolueno/xileno, metiletilcetona/xileno, benceno/tolueno conducen a una reducción de la biotransformación y, por tanto, a un aumento en la concentración sanguínea de solventes y una menor excreción urinaria de metabolitos (Truchon et al., 2003).

Por otro lado, puede haber una inducción del metabolismo de una sustancia por la presencia de otra, como en el caso de tolueno/acetato de etilo, xileno/acetato de butilo o acetona/estireno. O bien, cuando los niveles de exposición son muy altos, se produce la saturación de los mecanismos de biotransformación.

Factores extralaborales

También pueden influir en los parámetros del control biológico. Por ejemplo, el metabolismo del xileno, estireno, tricloroetano, metiletilcetona o tolueno puede inhibirse por una ingestión aguda de alcohol, lo que da como resultado un aumento de las concentraciones en sangre de las sustancias en cuestión y una disminución de las concentraciones de los metabolitos urinarios. La contaminación del agua, el aire y los alimentos puede provocar la exposición a ciertos contaminantes, incluidos ciertos metales pesados. Los medicamentos y suplementos minerales también pueden contribuir a los niveles biológicos encontrados para ciertos indicadores, y el humo del tabaco puede ser una fuente importante de exposición al monóxido de carbono, cadmio e hidrocarburos policíclicos (Truchon et al., 2003).

El conjunto de los diversos factores señalados en este apartado junto con el comportamiento y las actividades laborales de la población trabajadora da como resultado una variabilidad considerable en el grado de absorción de los agentes químicos durante cualquier tarea específica. La medición de la exposición personal por inhalación no reflejará estas diferencias en la absorción, particularmente, cuando se usa equipo de protección personal.

Por lo mencionado anteriormente, la importancia de estos factores debe valorarse individualmente en cada situación, por ello es importante disponer de la documentación toxicológica sobre el agente en estudio (INSST, 2011).

9. EJEMPLO DE APLICACIÓN

En este ejemplo se considera la exposición laboral a 2-etoxietanol, cuyo principal efecto sobre la salud es que puede perjudicar la fertilidad y dañar al feto (H360FD). Este agente químico sirve como disolvente para barnices, ceras, resinas naturales y sintéticas y se usa también en el sector de tintas para impresión y en la industria del plástico. El objetivo es valorar si es necesario establecer un programa de control biológico para completar la evaluación de la exposición por inhalación de las personas trabajadoras a este agente químico.

El 2-etoxietanol está presente en el lugar de trabajo en forma de vapor y se absorbe a través de la piel o por inhalación. Los vapores pueden condensarse fácilmente en la superficie de la piel lo que facilita la absorción dérmica, que puede ser responsable del 40% de la cantidad total absorbida. El 2-etoxietanol se elimina, principalmen-

te por la orina, en forma de ácido 2-etoxiacético, que es el causante de su toxicidad. Su vida media se encuentra entre 50 y 60 horas, por lo que hay acumulación de ácido 2-etoxiacético durante la semana laboral.

El VLA-ED para este agente es de 2 ppm con la nota "vía dérmica" y su indicador biológico es el ácido 2-etoxiacético en orina medido al final de la semana laboral, es decir, después de cuatro o cinco días consecutivos de trabajo con exposición, lo antes posible después del final de la última jornada, siendo el VLB de 50 mg/l.

Para valorar la utilidad del control biológico en esta exposición, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- Efecto de la carga de trabajo. La absorción de 2-etoxietanol aumenta a medida que aumenta la carga de trabajo.

- Absorción dérmica. Como se ha indicado anteriormente la absorción dérmica de esta sustancia puede contribuir significativamente a la exposición global.
- Inhibición metabólica. El etanol inhibe la degradación del 2-etoxietanol, lo que podría conducir a una subestimación de la exposición.
- La exposición extralaboral a esta sustancia es poco probable.

Dado que tanto la exposición por vía dérmica como el incremento en la actividad física contribuyen significativamente a aumentar el contenido corporal total de 2-etoxietanol, la aplicación del control biológico es imprescindible para poder cuantificar la cantidad global absorbida de contaminante (INSST, 2011; IRSST, 2022).

BIBLIOGRAFÍA

Directiva 98/24/CE del Consejo, de 7 de abril de 1998, relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L 131, 5 de mayo de 1998, p. 11–23.

Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo. Diario Oficial de la Unión Europea, L 158, 30 de abril de 2004, p. 50–69.

Directiva (UE) 2022/431 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2022, por la que se modifica la Directiva 98/24/CE relativa a la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. [en línea]. Diario Oficial de la Unión Europea, L 78, 16 de marzo de 2022 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32022L0431>.

Directiva (UE) 2022/43 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2021, relativa a la protección de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo. Diario Oficial de la Unión Europea, L 012, 18.1.2022, p. 1–23.

ECHA RAC Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for benzene [en línea]. Helsinki: European Chemicals Agency, 2018 [consulta: 20 de mayo de 2025]. Disponible en: https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/benzene_opinion_en.pdf/4fec9aac-9ed5-2aae-7b70-5226705358c7.

ECHA RAC Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for Cadmium and its inorganic compounds [en línea]. Helsinki: European Chemicals Agency, 2021 [consulta: 20 de mayo de 2025]. Disponible en: https://echa.europa.eu/documents/10162/7937606/OEL_cadmium_Final_Opinion_en.pdf/a03615b2-9dba-5c1b-fe84-f27a82bcf7d0?t=1626256265490.

ECHA RAC-SCOEL Joint Task Force ECHA Committee for Risk Assessment (RAC) and Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) on Scientific aspects and methodologies related to the exposure of chemicals at the workplace. Brussels: European Commission, 2017. [consulta: 20 mayo 2025]. Disponible en: https://echa.europa.eu/documents/10162/13579/rac_joint_scoel_opinion_en.pdf/58265b74-7177-caf7-2937-c7c520768216.

European Agency for Safety and Health at work (EU-OSHA). Biological monitoring (biomonitoring). [en línea]. OSHwiki, 2011 [consulta: 6 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/biological-monitoring-biomonitoring>.

European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Biological monitoring at work: guidance for OSH experts and workplaces [en línea]. Bilbao: EU-OSHA, 2025 [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Biological-monitoring-work-guide_EN.pdf.

Health and Safety Executive (HSE). Biological Monitoring in the Workplace: A Guide to Its Practical Application to Chemical Exposure. [en línea]. London: HSE Books, 1997 [consulta: 6 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg167.htm>.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). “Capítulo 27: Control biológico”. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo [en línea]. Madrid: INSST, 2001 [consulta: 6 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo%2B27.%2BControl%2Bbiol%C3%B3gico.pdf>.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). *Riesgo químico: sistemática para la evaluación higiénica*. [en línea]. Madrid: INSST, 2010 [consulta: 6 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/riesgo-quimico-sistematica-para-la-evaluacion-higienica-2010>.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). *DLEP 71. Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del 2-etoxietanol y acetato de 2-etoxietilo*. Madrid: INSST, 2011.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. Apéndice 11: Control biológico de la exposición a agentes químicos. [en línea]. Madrid: INSST, 2022 [consulta: 6 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/2927460/Gu%C3%ADa%2Bt%C3%ADcnica%2Bpara%2Bla%2Bevaluaci%C3%B3n%2B3n%2By%2Bprevenci%C3%B3n%2B3n%2Bde%2Blos%2Briesgos%2Brelacionados%2Bcon%2Bagentes%2Bqu%C3%ADmicos%2B2022.pdf>.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España (LEP 2025)*. Madrid: INSST, 2025. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/d/portal-insst/lep-2025>.

Institut de recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST). *Guide de surveillance biologique de l'exposition. Stratégie de prélèvement et interprétation des résultats*. 8e édition corrigée 3. Montréal: IRSST, 2022 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/T-03.pdf>.

Klaassen, C. D. (ed.). *Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 9.^a ed. New York: McGraw-Hill, 2019.

Louro, H., Heinälä, M., Bessems, J., Buekers, J., et al., 2019. Human biomonitoring in health risk assessment in Europe: current practices and recommendations for the future. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, vol. 222, nº 5, pp. 727–737. DOI: 10.1016/j.ijheh.2019.05.009.

Manini, P.; De Palma, G.; Mutti, A. Exposure assessment at the workplace: implications of biological variability. Elsevier, 2006.

Parker, R. *Principles of Toxicology*. 3.^a ed. New York: Springer, 2010.

Periago Jiménez, J. Francisco. Control biológico de la exposición a contaminantes químicos en higiene industrial. Prevención, trabajo y salud: *Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, nº 18, 2002, págs. 4-15. ISSN 1575-1392.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. [en línea]. Boletín Oficial del Estado, nº 27, 31 de enero de 1997 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/01/17/39>.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. [en línea]. Boletín Oficial del Estado, nº 124, 24 de mayo de 1997 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/12/665/con>

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. [en línea]. Boletín Oficial del Estado, nº 107, 4 de mayo de 2001 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-8662>.

Real Decreto 395/2022, de 24 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. [en línea]. Boletín Oficial del Estado, nº 124, 25 de mayo de 2022 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/05/24/395>.

Real Decreto 612/2024, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. [en línea]. Boletín Oficial del Estado, nº 160, 3 de julio de 2024 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2024/07/02/612>.

Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL). *Methodology for the derivation of occupational exposure limits: Key documentation*. Version 7. [en línea]. Brussels: European Commission, June 2013 [consulta: 7 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=8974&langId=en>.

Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL). *List of recommended health-based biological limit values (BLVs) and biological guidance values (BGVs)*. Brussels: European Commission, 2014. Disponible en: <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=12629&langId=en>.

Tranfo, G. The growing importance of the human biomonitoring of exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, vol. 17, nº 11, p. 3934. DOI: 10.3390/ijerph17113934.

Truchon, G; Tardif, R; Droz, P. O. et al. *Quantification de la variabilité biologique à l'aide de la modélisation: élaboration d'un guide de stratégie pour la surveillance biologique de l'exposition* (Rapport nº R-337). Montréal, QC: Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST), 2003. Disponible en: <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique/625>.

Viegas, S., Zare Jeddi, M., B. Hopf, N., et al., 2020. Biomonitoring as an Underused Exposure Assessment Tool in Occupational Safety and Health Context—Challenges and Way Forward. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (16) 5884. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph17165884>

World Health Organization (WHO). *Biological monitoring of chemical exposure in the workplace: guidelines. Volume 1*. Geneva: WHO, 1996.

World Health Organization (WHO). *Principles for the Assessment of Risks to Human Health from Exposure to Chemicals*. Environmental Health Criteria 210. Geneva: WHO, 1999.

World Health Organization (WHO). *Environmental health criteria 240: Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food*. Geneva: WHO, 2009. ISBN 978-92-4-157240-8.



Sistemas de protección de borde (I). Aspectos generales.

Edge protection systems (I). General aspects.
Garde-corps périphériques (I). Aspects généraux.

Autor:

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

Elaborado por:

Diego García Páramo.

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST.

Colaborador:

Carlos Lozano Martínez.

PRESIDENTE CTN81/SC2 MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA EN EL TRABAJO.

EXPERTO DELEGADO CEN/TC53/GT10 UNE EN 13374.

Esta NTP sustituye a la NTP 123 Barandillas. Se propone una clasificación de los sistemas de protección de borde atendiendo a su carácter temporal o permanente y al lugar o elemento sobre el que se instalan, con el fin de ayudar en la determinación de las disposiciones legales y especificaciones técnicas que les puedan ser aplicables. Además, aporta consideraciones básicas sobre los "Sistemas definitivos de protección de borde" (SDPB) en edificios y los "Sistemas provisionales de protección de borde" (SPPB). Con carácter complementario, la NTP 1223 (II) recoge la clasificación y los requisitos legales aplicables SDPB y la NTP 1224 (III) describe las especificaciones técnicas que se podrían tener en cuenta en relación con los SDPB, así como los métodos de evaluación y la documentación asociados a estos.

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 materialización del riesgo de caída de personas a distintos niveles o de altura genera, hoy por hoy, un gran número de accidentes laborales mortales, graves y mortales, además de numerosos accidentes leves e incidentes. Estos se producen durante la ejecución de actividades de diversa naturaleza, como la construcción, que implican trabajar sobre superficies con riesgo de caída a distintos niveles.

Tanto la presente NTP, como las NTP 1223 y 1224, se centrarán en los sistemas de protección colectiva frente a los riesgos de caída de personas a distintos niveles (caída de altura) por el borde de superficies elevadas como cubiertas, plataformas, forjados, escaleras, etc. Estas caídas se pueden producir bien como consecuencia del deslizamiento de una persona por un plano inclinado o bien debido al hecho de circular o estar próximas al borde. A este respecto, cabe destacarse que estas protecciones no evitan que se produzca la caída ni el desplazamiento por la superficie inclinada, sino que evitan que la persona se precipite por el perímetro de la misma.

2. OBJETO Y ALCANCE

El INSST publicó en el año 1985 la Nota Técnica de Prevención (en adelante NTP) 123 Barandillas. Durante este periodo se han producido cambios reglamentarios y la técnica ha evolucionado, lo que ha conllevado su obsolescencia. Por ello y con la finalidad de contribuir a la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, el INSST ha considerado oportuno desarrollar una serie de NTP que recogen las principales disposiciones reglamentarias y los avances producidos en la

técnica que afectan a los sistemas de protección de borde comúnmente denominados barandillas, por ser estas las más habituales dentro de este grupo de elementos. En esta NTP se recogen de forma no exhaustiva los tipos de SPB más frecuentes, así como la reglamentación y las normas técnicas relacionadas. En las NTP 1223 y 1224 se analizarán en profundidad los sistemas definitivos de protección de borde aplicados a las edificaciones desarrollando la clasificación, requisitos, métodos de evaluación y documentación. De esta forma, se da un paso más con el propósito de mejorar las condiciones de trabajo en las fases de explotación, operación y mantenimiento de los edificios.

3. DEFINICIONES

A efectos de esta NTP, se establecen las siguientes definiciones:

- **Altura de caída:** distancia vertical o diferencia de cota existente entre el nivel en el que se encuentra una persona y el nivel inferior sobre el que quedaría retenido al caer. En relación con lo anterior, la normativa no concreta a partir de qué diferencia de cota se debe considerar que existe riesgo de caída de altura. En el articulado del Real Decreto 486/1997, del Real Decreto 1215/1997 y del Real Decreto 1627/1997 se establece que cuando se desarrolle un trabajo que implique un riesgo de caída de altura superior a 2 metros se protegerá mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. No obstante, lo anterior no significa que cuando las condiciones de trabajo puedan suponer un riesgo de caída de altura inferior o igual a 2 metros no se deban adoptar medidas de protección

- adecuadas. En estos supuestos, será la evaluación de riesgos laborales la que determine la necesidad implantar dichas medidas y la forma de llevarlas a cabo, priorizando, en todo caso, las protecciones colectivas.
- **Riesgo de caída de personas a distinto nivel o riesgo de caída de altura:** posibilidad de que una persona sufra un determinado daño al caer desde el nivel en el que se encuentra a otro inferior. La caída puede deberse al deslizamiento de la persona por una superficie inclinada y caer por el borde o por encontrarse próxima al mismo.
 - **Sistema de protección de borde (en adelante SPB):** grupo de productos que tienen por finalidad evitar la caída a distinto nivel de personas y/o de objetos por el borde de diferentes de emplazamientos, incluidos los lugares de trabajo.
 - Abarcan un amplio abanico de componentes como elementos constructivos de cerramiento vertical (muros, petos, antepechos, amuradas, etc.) y los conjuntos de piezas prefabricadas fijados por medios mecánicos, adhesivos o contrapesados, como barandillas, guardacuerpos, barandas, pantallas de protección perimetral, etc.
 - **Estructura soporte/portante:** elemento constructivo, permanente o temporal, con capacidad resistente para absorber los esfuerzos transmitidos por el sistema de protección de borde, de acuerdo con el sistema de anclaje y configuración para el cual ha sido evaluado el SPB.
 - **Elemento constructivo:** cada uno de los componentes materiales que integran una obra de construcción. Se suelen clasificar en estructurales (por ejemplo: los componentes de cimentación, forjados, losas, pilares, etc.) y de compartimentación (por ejemplo: los componentes de cubiertas, fachadas, particiones interiores, etc.); no obstante, los dos conjuntos pueden actuar como protección definitiva de borde.
 - **Norma técnica:** especificación técnica adoptada por un organismo de normalización reconocido, de aplicación repetida o continua, cuya observancia no es obligatoria.
 - **Norma armonizada:** norma europea adoptada a raíz de una petición de la Comisión para la aplicación de la legislación de armonización de la Unión.
 - **Especificaciones técnicas armonizadas:** son las normas armonizadas de prestaciones que se hayan hecho obligatorias a efectos de la aplicación del REGLAMENTO (UE) 2024/3110 del parlamento europeo y del consejo por el que se establecen reglas armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga el Reglamento (UE) N.º 305/2011 (en adelante RPC) de conformidad con sus artículos 5.8, 6.1 (actos de ejecución de la Comisión), 7.1 (actos delegados de la Comisión³), 9.3 y 10.2.
- Se puede citar como ejemplo actos delegados de la Comisión, la Decisión delegada (UE) 2019/1764 de la Comisión en lo que respecta a los sistemas aplicables para evaluar y verificar la constancia de las prestaciones de los kits de barandillas y los kits de pasamanos destinados al uso en obras de construcción únicamente para evitar caídas y no sometidos a cargas verticales estructurales.
- **Documento de Evaluación Europeo (en adelante DEE o EAD):** en el ámbito del RPC, documentos adoptados por la organización de Organismos de Evaluación Técnica (en adelante OET) a efectos de la emisión de "evaluaciones técnicas europeas".
 - **Evaluación Técnica Europea (en adelante ETE o ETA):** evaluación documentada de las prestaciones de un pro-

ducto de construcción en cuanto a sus características esenciales, con arreglo al correspondiente DEE.

- **Evaluación de conformidad (UNE-EN ISO/IEC 17000:2020):** demostración de que se cumplen los requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organismo.

A este respecto, se debe diferenciar entre:

- Evaluación de conformidad en el ámbito de los actos legislativos de la Unión Europea de comercialización de productos para su introducción en el mercado interior: está destinada a demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la legislación específica de la UE, como los requisitos esenciales de salud y seguridad. En este proceso los fabricantes deben llevar a cabo un análisis de riesgos y demostrar/garantizar que su producto cumple todos los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicables antes de introducirlos en el mercado de la UE. La evaluación debe cubrir tanto la fase de diseño como la fase de producción. Aunque subcontraten el diseño o la producción, los fabricantes siguen siendo responsables de que se realice la evaluación de la conformidad. En este procedimiento puede participar un **organismo de control notificado**. Si su resultado es favorable, el fabricante podrá elaborar la **declaración de UE conformidad** y poner el **marcado CE** al producto.
- Evaluación de conformidad con una norma o especificación técnica: están destinadas a verificar si un producto, sistema, proceso, organización y, a veces, las personas cumplen los requisitos, instrucciones y características recogidos en estas. Si su resultado es favorable la entidad de certificación que ha participado en el proceso puede emitir un certificado de cumplimiento o conformidad con la norma o estándar.

- **Evaluación y verificación de prestaciones:** en el ámbito de los productos de construcción, la evaluación de conformidad se denomina evaluación y verificación de las prestaciones de un producto en relación con sus características esenciales. Es un procedimiento que se llevará a cabo con arreglo a uno o varios de los sistemas evaluación y verificación mencionados en el anexo IX del RPC.

En relación con lo anterior, para la introducción de un producto de construcción en el mercado único de la UE, por ejemplo, un tipo barandilla que está cubierta por una especificación técnica armonizada o que dispone de un DEE, se deberá seguir un procedimiento de evaluación y verificación de prestaciones que podrá requerir la participación de una tercera parte, organismo notificado, si el resultado de este proceso es favorable, el fabricante podrá redactar la **Declaración de prestaciones y de conformidad**, elaborar el **Pasaporte digital de producto** y colocar el **marcado CE**.

4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE BORDE

Los sistemas de protección de borde engloban un amplio conjunto de productos. Este hecho hace que las disposiciones legales que deban cumplir y las especiaciones técnicas¹ que les apliquen puedan ser diferentes. Entre los parámetros que se deben tener en cuenta para conocer los citados requisitos se encuentran el carácter provi-

¹ Se debe recordar que las normas técnicas tienen carácter voluntario y, por lo tanto, solo son obligatorias si así se establece una disposición legal.

sional o permanente de los sistemas y de la naturaleza del emplazamiento donde vayan a ser instalados, por ejemplo, entre otros, en lugares de trabajo, obras de construcción, buques de pesca, industrias extractivas, medios de accesos a máquinas, equipos de trabajo temporales en altura. Con base en estas consideraciones, los sistemas de protección de borde se pueden agrupar de la siguiente manera.

Atendiendo al carácter **temporal** o **permanente** de su instalación se pueden clasificar en:

- **Sistemas Temporales de Protección de Borde** (en adelante **STPB**): estos en función del lugar en el que se vayan a instalar las barandillas o sistemas de protección de borde, se pueden subdividir en:
 - **Sistemas Provisionales de Protección de Borde** (en adelante **SPPB**), normalmente vinculados a actividades de construcción e industrias extractivas (véase figura 1).
 - Sistemas de Protección de Borde o **Barandillas de Equipos de Trabajos Temporales en Altura y medios auxiliares** (en adelante **BETTA**), tienen la consideración de temporales porque los equipos de trabajo de los que forman parte lo son (véase figura 2).
- **Sistemas Definitivos de Protección de Borde** (en adelante **SDPB**): se pueden subdividir, atendiendo a la naturaleza del "elemento" o del lugar donde se instalan, en dos grupos:
 - **SDPB presentes en lugares de trabajo** (edificaciones, obra civil, buques de pesca, industria extractiva, etc.) como, por ejemplo, petos de azoteas, barandillas en escaleras, rampas, pasarelas y puentes, amuradas, bordas, batayolas o barandas en cubiertas de barcos, en bordes de talud de minas, etc. (véase figura 3 y 4).
 - **SDPB de medios de acceso a máquinas e instalaciones industriales** como, por ejemplo, barandillas o guardacuerpos instalados en escaleras de acceso a los puestos de control de máquinas, en pasarelas de líneas de producción, etc. (véase figura 5).



Figura 1. SPPB en edificación.



Figura 2. BETTA.



Figura 3. SDPB en obra civil.



Figura 4. SDPB en embarcaciones.



Figura 5. SDPB en equipo de trabajo e instalaciones industriales.

En el diagrama de flujo 1 se muestra de manera gráfica la clasificación anterior, recogiendo para cada tipo de barandilla o sistema de protección de borde una relación no exhaustiva de la normativa sobre prevención de riesgos laborales (constituida por la Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales, sus disposiciones de desarrollo o complementarias y cuantas otras normas, legales o convencionales, que contengan prescripciones relativas a la adopción de medidas preventivas en el ámbito laboral o susceptibles de producirlas en dicho ámbito) y las normas técnicas que le son de aplicación.

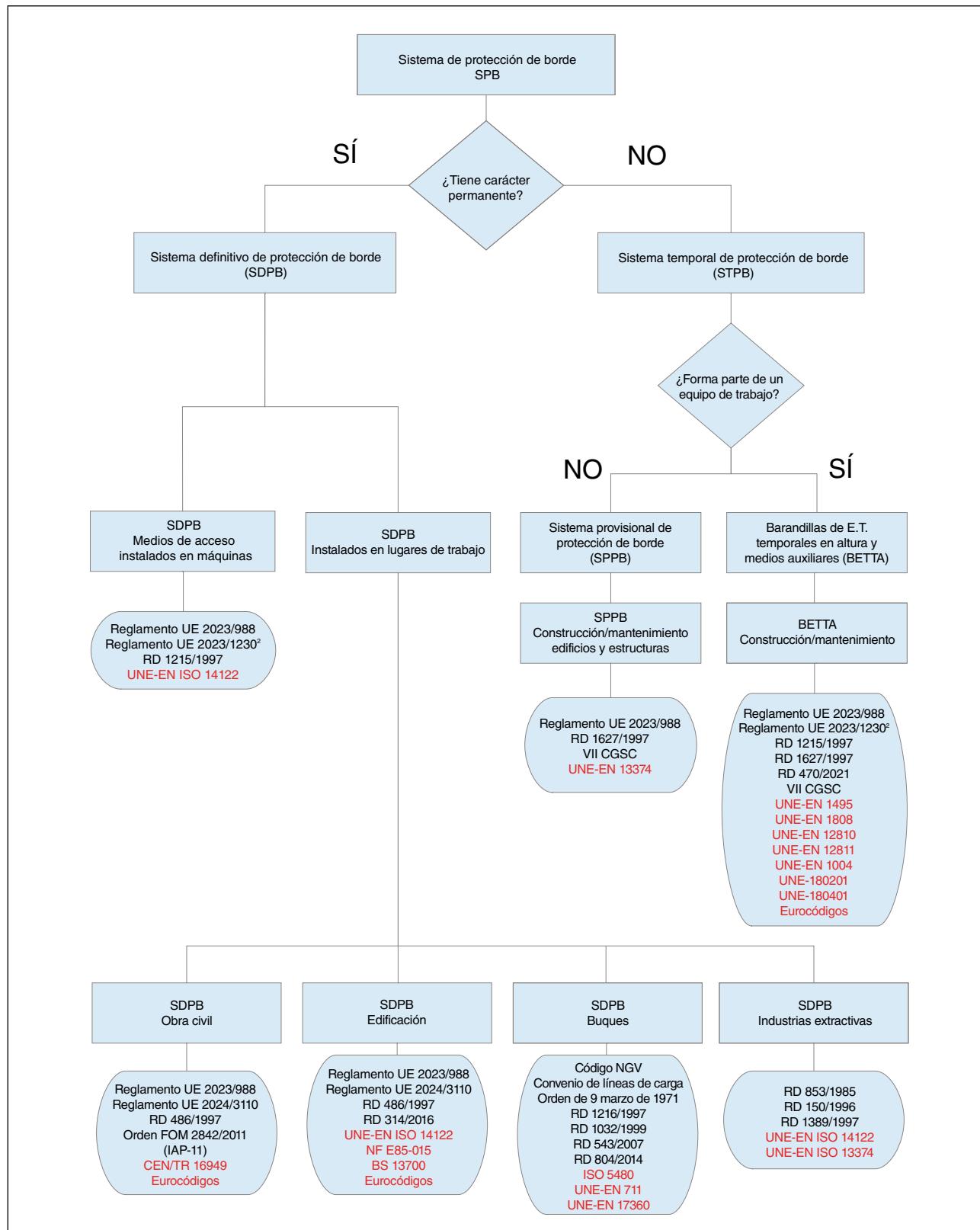


Diagrama de flujo 1. Clasificación de los SPB y relación no exhaustiva de la normativa sobre prevención de riesgos laborales y normas técnicas aplicables. (Fuente: Elaboración propia).²

² El Reglamento (UE) N.º 2023/1230 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las máquinas, y por el que se derogan la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva 73/361/CEE del Consejo, será aplicable a partir del 14 de enero de 2027. No obstante, determinados artículos son aplicables a partir de la fecha indicadas en este. Además, la entrada en vigor del citado Reglamento UE supondrá que quede sin efecto 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. Código NGV: Código internacional de seguridad para Naves de Gran Velocidad.

IAP 11: Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.

VII CGSC: Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.

5. MARCO REGLAMENTARIO Y NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE BORDE (SPPB)

Las disposiciones legales y las normas técnicas aplicables a los sistemas de protección de borde son muchas y diversas. Como se ha indicado anteriormente, en esta NTP se van a tratar de manera específica aquellas que conciernen a los SPPB para prevenir, entre otras, las caídas durante la construcción y el mantenimiento de edificios y de obra civil, y a los SDPB en edificios.

Sistemas Provisionales de Protección de Borde (SPPB).

Los SPPB se utilizan principalmente para proteger frente al riesgo de caída de altura que puede presentarse en ciertas actuaciones de corta duración (temporales) o escenarios cambiantes y dinámicos que hacen difícil la utilización de protecciones permanentes. Para el resto de las situaciones, se debería optar por la instalación de SDPB.

En relación con esto, si bien la normativa de seguridad y salud laboral establece la exigencia de instalar barandillas o sistemas de protección de borde en varias disposiciones –como el *Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo* o el *Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*– no especifica el carácter temporal o permanente de las mismas. No obstante, dada la naturaleza dinámica y cambiante de las obras de construcción, parece lógico que se recurra principalmente a SPPB durante la fase de ejecución de una obra. Adicionalmente, la *Resolución de 6 de septiembre de 2023, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el VII Convenio colectivo general del sector de la construcción* (en adelante VII CGSC) también exige utilizar barandillas y establece requisitos específicos para los SPPB en los artículos 187 y 188.

Dicho esto, tanto el RD 1627/1997 como el VII CGSC disponen que “las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente”. No obstante, el VII CGSC desarrolla y complementa las disposiciones contendidas en el Real Decreto 1627/1997, recogiendo, hasta en cinco artículos, aspectos que directa e indirectamente están relacionados con las barandillas. En concreto, el artículo 187 del VII CGSC incorpora lo dispuesto en el artículo 3 del *Real Decreto 1801/2003 de Seguridad general de los productos*, adaptando su redacción de manera específica a los SPPB. A este respecto, se debe de tener en cuenta que el *Reglamento (UE) N.º 2023/988 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a la seguridad general de los productos*, entró en vigor el 13 de diciembre de 2024, lo que implica que quedaría sin aplicación efectiva el Real Decreto 1801/2003. Por este motivo, para la evaluación de la seguridad de los productos actualmente se debe seguir las disposiciones del Capítulo II del Reglamento (UE) N.º 2023/988, artículos del 5 al 8:

- El artículo 5 establece que “los operadores económicos solo comercializarán o introducirán en el mercado productos que sean seguros”, como requisito general de seguridad.
- El artículo 6 determina los aspectos que deben ser

considerados en la evaluación de la seguridad de los productos. Entre ellos, se pueden citar los siguientes: las características del producto, el efecto sobre otros productos y los que estos puedan tener sobre él cuando se prevea su utilización conjunta, la presentación del producto, las categorías de consumidores a los que va destinado, las características de ciberseguridad adecuadas y necesarias para proteger el producto de influencias externas, cuando lo requiera la naturaleza del producto, etc.

- El artículo 7.1 recoge los dos supuestos en los que se presumirá que un producto es conforme con el requisito general de seguridad:

- “a) es conforme con las correspondientes normas europeas sobre seguridad de los productos o con partes de estas, en lo que respecta a los riesgos y categorías de riesgo cubiertos por tales normas, cuyas referencias se hayan publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea de conformidad con el artículo 10, apartado 7, del Reglamento (UE) N.º 1025/2012, o
- “b) en ausencia de normas europeas correspondientes, a las que se refiere la letra a) del presente apartado, el producto es conforme con los requisitos nacionales, por lo que respecta a los riesgos y las categorías de riesgo cubiertos por los requisitos de salud y seguridad establecidos en el Derecho nacional del Estado miembro en el que se comercialice, a condición de que dicho Derecho cumpla lo dispuesto en el Derecho de la Unión.”

Y, en su apartado 2, indica que “la Comisión adoptará actos de ejecución en los que se determinen los requisitos específicos de seguridad que deben cubrir las normas europeas para garantizar que los productos que sean conformes con estas normas europeas cumplan el requisito general de seguridad establecido en el artículo 5.”

- Por último, el artículo 8.1 “Elementos adicionales que deben tenerse en cuenta para la evaluación de la seguridad de los productos” determina que:

“A efectos del artículo 6, y cuando no se aplique la presunción de seguridad con arreglo al artículo 7, al evaluar si un producto es seguro se tendrán en cuenta, cuando estén disponibles, los elementos siguientes en particular:

- a) normas europeas cuyas referencias no se hayan publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea de conformidad con el artículo 10, apartado 7, del Reglamento (UE) N.º 1025/2012;
- b) normas internacionales;
- c) acuerdos internacionales;
- d) regímenes voluntarios de certificación o marcos similares de evaluación de la conformidad para terceros, en particular, los concebidos para apoyar el Derecho de la Unión;
- e) recomendaciones o directrices de la Comisión sobre la evaluación de la seguridad de los productos;
- f) normas nacionales elaboradas en el Estado miembro en el que el producto se comercialice;
- g) el estado de la técnica y la tecnología, especialmente el dictamen de organismos científicos y comités de expertos reconocidos;
- h) códigos de buena conducta en materia de seguridad de los productos vigentes en el sector;
- i) la seguridad que pueden esperar razonablemente los consumidores;
- j) los requisitos de seguridad adoptados de conformidad con el artículo 7, apartado 2.”

En el momento actual, dado que no se cumplen ninguno de los supuestos indicados en el artículo 7.1 del Reglamento (UE) N.º 2023/988, la evaluación de la seguridad de los SPPB se llevará a cabo según lo dispuesto en su artículo 8, en particular en su apartado a), teniendo como referencia la norma UNE-EN 13374. Téngase en cuenta a este respecto que las especificaciones de esta norma no son aplicables, entre otros, a los SPB instalados para proteger frente a caídas en lugares accesibles al público, ni a las protecciones colectivas de los andamios (véase normas EN 12811-1 y EN 1004, entre otras).

Sistemas Definitivos de Protección de Borde (SDPB) en edificios.

Dado que la finalidad de estos SDPB es salvaguardar la seguridad de las personas —trabajadoras o no— presentes en los edificios, se tendrán en consideración las disposiciones legales que son de aplicación a los dos colectivos: la normativa que establece requisitos básicos de calidad de las edificaciones, el *Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación* (en adelante CTE) y el *Reglamento (UE) 2024/3110 del parlamento europeo y del consejo por el que se establecen reglas armonizadas para la comercialización de productos de construcción*, y, por otra parte, la normativa de seguridad y salud laboral, en particular recogida en el *Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*. A continuación, se exponen los requisitos más relevantes recogidos en cada una de estas disposiciones:

I. Código Técnico de la Edificación

El CTE es el reglamento por el que se regulan las exigencias básicas de calidad de los edificios con el fin de satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la *Ley 38/1999 Ordenación de la Edificación* (en adelante LOE).

El CTE establece en el *Documento Básico. Seguridad de Utilización y Accesibilidad* (en adelante DB SUA) una serie de disposiciones relativas a la protección de desniveles. Estas tienen por objeto reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños en el uso previsto de los edificios. En particular, dispone que se “limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad”. Asimismo, en el punto 3.2 del *Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación* (en adelante DB SE-AE) se establecen los requisitos de resistencia para las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras.

Aplicabilidad de los requisitos del DB SUA:

Los requisitos establecidos en el DB SUA para las barandas (SPB, barandillas, petos, etc.) se aplicarán, de acuerdo con el artículo 2 del CTE, a todas las edificaciones de nueva construcción, públicas y privadas, que precisen de licencia o autorización. Si bien, existen algunas excepciones a esta regla general como, a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas. Así mismo, serán aplicables a las intervenciones en los edificios existentes. No obstante, se contemplan deter-

minados supuestos que pueden estar excluidos o en los que se permite una aplicación no estricta, por ejemplo, los debidos a la incompatibilidad entre los requisitos y la naturaleza de la intervención o con el grado de protección del edificio.

Igualmente, se deben tener en cuenta las exclusiones que el propio DB SUA establece, el cual no será aplicable, entre otros, a la protección frente a los riesgos específicos de: las instalaciones de los edificios, las actividades laborales, las zonas y elementos de uso reservado a personal especializado en mantenimiento, reparaciones, etc., los cuales se regirán por su reglamentación específica. Se excluyen de su ámbito de aplicación, por ejemplo, las cubiertas cuyo uso esté reservado a personal especializado de mantenimiento, inspección, reparación.

Independientemente de todo lo anterior, la Disposición final segunda del CTE indica que las exigencias de este se aplicarán sin perjuicio de la obligatoriedad del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales que resulte aplicable.

A este respecto, ha de tomarse en consideración que el Real Decreto 1627/1997 establece, en sus artículos 5.6, 6.3 y 8, la obligación de que las personas que elaboran el proyecto consideren los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud laboral en la elaboración del proyecto de obra; contemplando, asimismo, las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, a este proceso se le denomina habitualmente integración de la prevención de riesgos laborales en el proyecto o *prevention through design*, para más información véase las NTP 1126, 1127 y 1128. De esta manera, las cubiertas o cualquier otra zona de un edificio o de una obra civil, deberán diseñarse y contar con los elementos, dispositivos y sistemas de protección que sean precisos para que las labores de inspección y mantenimiento de estos se puedan realizar en condiciones de seguridad.

II. Reglamento (UE) de productos de construcción.

Las exigencias de seguridad, accesibilidad, eficiencia energética, protección del medio ambiente, etc. establecidas por el CTE están muy relacionadas con los requisitos de los productos de construcción, ya que estos contribuyen a alcanzar el mayor grado de cumplimiento de estas. Así ocurre en el caso de las barandillas permanentes o SDPB, que son un ejemplo de producto de construcción, puesto que son fabricados e introducidos en el mercado con el fin de ser incorporados con carácter permanente en las obras y sus prestaciones están destinadas a satisfacer los requisitos básicos de los edificios de “Seguridad y accesibilidad de utilización”.

La norma de referencia en este ámbito es el RPC, estableciendo, entre otros:

- reglas armonizadas sobre cómo documentar las prestaciones medioambientales y de seguridad de los productos de construcción en relación con sus características esenciales (declaración de prestaciones y de conformidad (en adelante DdP)),
- especificaciones técnicas armonizadas, las normas armonizadas de prestaciones que se hayan pasado a ser obligatorias a efectos de la aplicación del RPC,
- la regulación de los DEE y de las ETE,
- la obligatoriedad de que los productos de construcción que estén cubiertos por unas especificaciones técnicas armonizadas o sean conformes con una eva-

lución técnica europea dictada para el mismo deban disponer de una declaración de prestaciones y conformidad emitida por el fabricante,

- normas sobre el uso del marcado CE en los productos, por ejemplo, que el fabricante deberá colocar el marcado CE en los productos que tengan DdP antes de que se introduzca en el mercado.
- la digitalización y la disponibilidad de la información sobre productos aumenta la transparencia en beneficio de la seguridad de los productos y de la protección del medio ambiente y la salud humana a través del pasaporte digital de productos de construcción emitido por el fabricante.

III. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Desde el punto de vista de la seguridad y salud de las personas trabajadoras, la normativa que hay que tener en cuenta es el Real Decreto 486/1997, que recoge las disposiciones relativas a las barandillas en su Anexo I, apartado 3, punto 2 que está dedicado a “Suelos, Aberturas y Desniveles, y Barandillas”.

Las disposiciones del Real Decreto 486/1997 alcanzan a todos los lugares de trabajo comprendidos en su ámbito de aplicación. Se exceptúan una serie de sectores/actividades que requieren medidas específicas o particulares, bien sea porque la actividad principal implica una transformación voluntaria del entorno de trabajo (construcción y minería), bien sea por las peculiaridades inherentes al entorno en el que se desarrolla el trabajo (medios de transporte y campos de cultivo).

A pesar de la regulación citada, hay determinadas cuestiones que precisan una mayor concreción, para ello se puede recurrir a las normas técnicas que aportan recomendaciones adicionales.

IV. Normas técnicas

En el ámbito de la normalización, hay varios estándares que precisan aspectos técnicos y definen recomendaciones adicionales a las recogidas en las disposiciones legales, entre ellas se pueden citar:

En el ámbito nacional:

- *La serie de normas UNE 85-237:1991, UNE 85-238:1991, UNE 85-239:1991 y UNE 85-240:1990.*

Proponen aspectos relativos a definiciones, terminología, clasificación, métodos de ensayo, cálculo de secciones de los elementos, características de los anclajes, condiciones de suministro y de instalación en obra, etc. para barandillas.

Estas normas restringen su ámbito de aplicación a las barandillas y antepechos cuya altura no exceda de 1,10 m situadas en fachadas exteriores y patios interiores en los edificios de viviendas y oficinas. Excluyen de manera expresa las protecciones de borde de los locales públicos en los que se prevean aglomeraciones de personas o de las zonas reservadas a personal de reparaciones y/o mantenimiento.

A pesar del limitado ámbito de aplicación y que se han quedado obsoletas en gran medida, se siguen teniendo en cuenta sus criterios, en particular, en lo relativo a los ensayos.

- *La norma UNE-EN ISO 14122-3:2017 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a má-*

quinas. Parte 3 Escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos.

La citada norma define los requisitos técnicos que deben cumplir los medios de acceso a las máquinas (escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos —SDPB o barandillas—) para que sean seguros e indica que estas especificaciones se pueden aplicar igualmente a los medios de acceso (escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos) que forman parte de un edificio o construcción civil en el que está instalada la máquina, siempre que la función principal de esta parte del edificio sea proporcionar un medio de acceso a una máquina (por ejemplo: en el acceso a una máquina de climatización instalada en una cubierta).

Asimismo, estas especificaciones se podrán aplicar a los medios de acceso que están fuera del campo de aplicación de la misma cuando no existan reglamentaciones o normas técnicas nacionales que los cubran. Por ejemplo, en el caso de que los requisitos del CTE no sean aplicables y se deseé complementar las disposiciones del Real Decreto 486/1997 con criterios técnicos, se podrán utilizar los contenidos en la norma UNE-EN ISO 14122-3, ya que es carácter voluntario.

En el ámbito de los países europeos:

- *La norma NF E 85-015: 2019 Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps.*

Este documento especifica los requisitos de diseño de las escaleras metálicas, escalas y barandillas permanentes fijadas a la instalación, que estén destinadas a ser utilizadas por el personal de mantenimiento y operación. Asimismo, establece requisitos para barandillas lastradas o contrapesadas, pero la norma indica que su utilización quedará restringida a los casos excepcionales en los que no se pueda llevar a cabo la fijación mecánica, ya que estas barandillas no cumplirían con lo dispuesto en el artículo R 4323-66 del Código de Trabajo francés. Además, contempla que, para las barandillas con una elevada carga de viento (por ejemplo, aquellas que incorporan paneles macizos, chapas perforadas, lonas publicitarias), será necesario justificar su uso mediante cálculo, de conformidad con la norma EN 1991-1-4.

Los criterios de esta norma son muy similares a los recogidos en la norma UNE-EN ISO 14122-3, pero esta es específica para lugares de trabajo y recoge consideraciones adicionales como los requisitos para las barandillas contrapesadas, ensayos dinámicos y pendientes máxima de la superficie donde se puede instalar los SDPB, por este motivo se ha considerado adecuado tenerla en cuenta.

- *La norma BS 13700:2021 Permanent counterweighted guardrail systems. Specification.*

Esta norma especifica los requisitos para el diseño, las pruebas, la inspección, el marcado y las instrucciones de uso, exclusivamente para las barandillas permanentes contrapesadas, cuya estabilidad se basa en la masa y la fricción.

Esta norma se ha basado en la norma EN 13374:2013, y contempla información sobre:

- el diseño de la instalación, que debe incluir cálculos específicos de viento respecto de la ubicación, la altura del edificio y el nivel de exposición del SDPB, realizados con base en la norma EN 1991-1-4,

- el ensayo de las barandillas que incluye pruebas sobre pendientes de 5° o 8,75%, sobre membranas húmedas y secas y no se contempla la presencia de un tope (para evitar el desplazamiento del sistema),
- la elaboración de un manual de instrucciones del sistema por el diseñador de la instalación que lo entregará al titular para que lo conserve durante su vida útil y lo ponga a disposición de los profesionales que lleve a cabo las futuras inspecciones y mantenimiento de las barandillas,
- la necesidad de realizar inspecciones anuales y mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 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.

Resolución de 6 de septiembre de 2023, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el VII Convenio colectivo general del sector de la construcción.

Reglamento (UE) N°. 2023/988 del Parlamento Europeo y del Consejo de 10 de mayo de 2023 relativo a la seguridad general de los productos, por el que se modifican el Reglamento (UE) N°. 1025/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva (UE) 2020/1828 del Parlamento Europeo y del Consejo, y se derogan la Directiva 2001/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y la Directiva 87/357/CEE del Consejo.

Reglamento (UE) 2024/3110 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de noviembre de 2024 por el que se establecen reglas armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga el Reglamento (UE) N.º 305/2011.

[Guía técnica para la evaluación y la prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.](#) (INSST; 2015).

[Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.](#) (INSST; 2019).

Norma BS 13700:2021 Permanent counterweighted guardrail systems. Specification.

Norma NF E 85-015:2019 Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps.

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

Norma UNE-EN 13374:2019 Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto. Métodos de ensayo.



Sistemas de protección de borde (II). Sistemas definitivos de protección de borde (SDPB) en edificios: clasificación y requisitos legales.

*Edge protection systems (II). Definitive edge protection systems in buildings: classification and legal requirements.
Garde-corps périphériques (II). Garde-corps périphériques définitives dans les bâtiments: classification et exigences légales.*

Autor:

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

Elaborado por:

Diego García Páramo.

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST.

La presente Nota Técnica de Prevención junto a la NTP 1224 complementan a la NTP 1222. Esta NTP recoge una propuesta de clasificación de los sistemas definitivos de protección de borde en edificios con el fin de ayudar en la determinación y análisis de los requisitos legales y las consideraciones técnicas que les pueden ser aplicables. Además, aportan orientaciones e introducen conceptos clave, como el concepto de "Sistema Definitivo de Protección de Borde" (SDPB).

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. OBJETO Y ÁMBITO

La presente Nota Técnica de Prevención (en adelante NTP) tiene por objeto exponer una propuesta de clasificación de los sistemas definitivos de protección de borde en edificios (barreras, barandillas, petos, antepechos, guardacuerpos, etc.) con el fin de ayudar en la determinación y análisis de los requisitos legales, así como las especificaciones técnicas que pueden ser consideradas para complementarlos; estas últimas están desarrolladas en la NTP 1224.

2. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

Definiciones

A efectos de esta NTP, se establecen las siguientes definiciones:

- **Sistema definitivo de protección de borde** (en adelante, **SDPB**) en edificios, comúnmente denominados barandillas por ser estas las más habituales dentro de estos sistemas: elementos constructivos y conjuntos de componentes prefabricados anclados a la edificación o contrapesados/lastrados, que están diseñados para soportar las fuerzas estáticas y dinámicas generadas normalmente por el movimiento horizontal¹ de una persona al desplazarse o permanecer próxima al borde de un edificio o de los huecos presentes en el mismo y cuyas dimensiones son tales que constituyan un obstáculo físico para evitar su caída y la caída de objetos. Estos SDPB deben ser rígidos y estar firmemente fijados. Se engloban dentro de este término

elementos como barandillas, barreras, guardacuerpos, petos, muros, antepechos, etc., pudiendo encontrarse en emplazamientos del edificio como escaleras, descansillos, pasarelas, plataformas, terrazas, cubiertas, entre otros.

Los SDPB, en determinadas situaciones, pueden ser insuficientes o no resultar adecuados para evitar o controlar el riesgo de caída de altura como, por ejemplo, intervenciones no previstas en su diseño o que requieran que el puesto de trabajo este elevado respecto de la superficie de la zona. En estos supuestos, será la evaluación de riesgos laborales específica de estas actividades la que determinará el grado de adecuación y la suficiencia de los medios de protección existentes y, en su caso, la necesidad de implementar medidas complementarias o sustitutivas como, por ejemplo, la utilización de sistemas provisionales de protección de borde (SPPB).

• **Estructura soporte/portante**: elemento constructivo, permanente o temporal, con capacidad resistente para absorber los esfuerzos transmitidos por el sistema de protección de borde (en adelante, SPB), de acuerdo con el sistema de anclaje y configuración para el cual ha sido evaluado el SPB.

• **Elemento constructivo**: cada uno de los componentes materiales que integran una construcción. Se suelen clasificar en estructurales (por ejemplo, los componentes de cimentación, forjados, losas, pilares, etc.) y de compartimentación (por ejemplo, los componentes de cubiertas, fachadas, particiones interiores, etc.); no obstante, los dos conjuntos pueden actuar como protección definitiva de borde.

• **Producto de construcción**: todo artículo físico conformado o sin forma, incluidos los productos impresos en 3D, o un kit introducido en el mercado, incluso mediante el suministro a la obra, para su incorporación de manera permanente en obras de construcción o partes de estas, a excepción de los artículos que necesariamente se integren primero en un kit u otro producto de construcción antes de ser incorporados de manera permanente en una construcción.

¹ Se incluyen leves pendientes que, de manera orientativa y con carácter general, no superen el 16%. En cualquier caso, será el fabricante el responsable definir la pendiente máxima en la que se puede instalar cada tipo de barandilla.

- **Permanente:** destinado a permanecer en una construcción, o en partes de esta, tras la finalización de la misma o, en su caso, del proceso de renovación.
- **Características esenciales:** aquellas características del producto relacionadas con los requisitos básicos aplicables a las obras de construcción que figuran en el anexo I del *Reglamento (UE) 2024/3110 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de noviembre de 2024, por el que se establecen reglas armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga el Reglamento (UE) nº 305/2011*, y aquellas enumeradas en el anexo II del mismo Reglamento como características esenciales medioambientales predeterminadas.

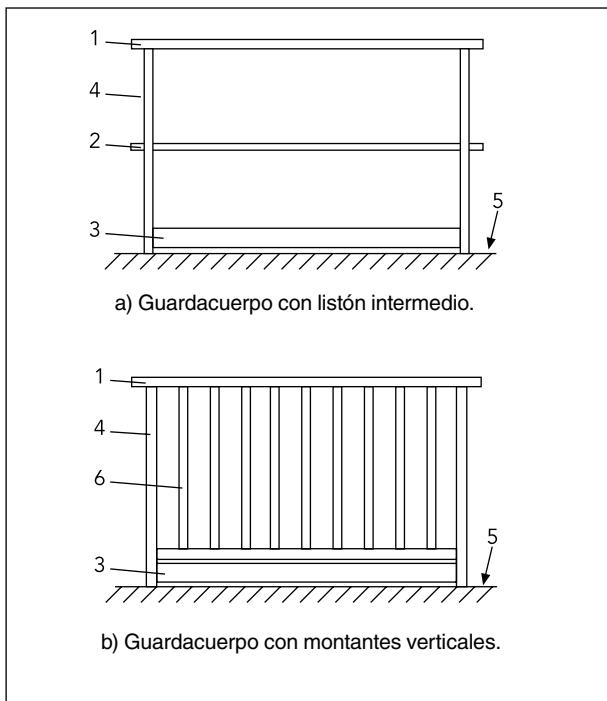


Figura 1. Ejemplo de las partes de una estructura tipo de un guardacuerpo (Fuente: UNE-EN ISO 14122-3:2017 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3 Escaleras, escalones y guardacuerpos).²

- **Pasamanos:** elemento rígido, diseñado para ser asido con la mano con el fin de servir de apoyo para el avance seguro en subida y bajada por planos inclinados, rampas y escaleras, y también en circulación horizontal. Puede ser instalado individualmente o formando parte de una barandilla, barrera, guardacuerpo o antepecho como elemento superior. En estos casos también se suele denominar barra superior. Véase figura 1.
- **Protección intermedia:** elemento rígido que impide el paso o el deslizamiento de una persona por debajo del pasamanos o barra superior. Puede estar formada por diferentes componentes: listón o barra intermedia (elementos colocados paralelamente al pasamanos), montantes verticales o barrotes (elementos colocados perpendicularmente al pasamanos), placas de diferentes materiales, con orificios o sin ellos, etc. Véase figura 1.

- **Montante:** elemento estructural vertical de una barandilla que permite anclarla al forjado directamente o mediante anclajes a este o a una plataforma o escala. Véase figura 1.
- **Rodapié:** elemento rígido situado en la parte inferior de una barandilla, guardacuerpo, etc., destinado a evitar la caída de objetos desde el nivel del piso. El rodapié también reduce el espacio libre entre la superficie sobre la que se sitúa la barandilla y la protección intermedia, para evitar el paso del cuerpo. Véase figura 1.
- **Contrapeso o lastre:** masa utilizada para dar estabilidad a las barandillas contrapesadas para evitar su vuelco y/o el deslizamiento del sistema.
- **Elementos para acceder a través de una barandilla:** *puerta de cierre automático* (parte pivotante del guardacuerpo para atravesarlo) y *puerta de seguridad de una entreplanta/altillo* (Puerta diseñada para la carga y descarga de mercancías que proporciona una protección colectiva permanente contra caídas). Para más información, véase la NTP Sistemas de protección de borde (III). Sistemas definitivos de protección de borde (SDPB) en edificios: normas técnicas, métodos de evaluación y documentación.
- **Peto:** muro de pequeña altura que se construye en el borde exterior de las cubiertas planas como remate de estas, y que sirve, entre otras cosas, para proteger de caídas al vacío siempre que cuenten con una altura adecuada, véase apartado 3 de esta NTP.
- **Persona competente:** persona designada por el fabricante o distribuidor por disponer de la formación adecuada o la cualificación suficiente con base en sus conocimientos y experiencia práctica para la correcta realización de los trabajos asignados con los, SDPB (instalación, mantenimiento, inspección, etc.). Si bien esta figura aparece recogida en la norma *BS 13700:2021 Permanent counterweighted guardrail systems. Specification*³, es habitual que las personas fabricantes o distribuidoras de protecciones colectivas indiquen que sus productos sean manipulados por personas competentes o autorizadas por ellos para garantizar la seguridad de los productos.

Clasificación

Todos los SDPB en edificios tienen en común el carácter permanente de su instalación para proteger a las personas frente al riesgo de caída a distinto nivel. No están diseñados para su utilización temporal o provisional. Pueden diferir en cuanto a su naturaleza, requisitos y especificaciones que deben cumplir y estas diferencias permiten clasificarlos en:

- **Elementos constructivos de cerramiento vertical:** son la continuación del cerramiento vertical de la edificación, que tiene que dar unas prestaciones adicionales para evitar la caída de personal y objetos y, por tanto, tendrán que cumplir con los requisitos indicados en el siguiente apartado. Pueden ser de obra de fábrica, de hormigón, de paneles metálicos, acristaladas, etc. Dentro de este grupo se pueden citar, por ejemplo, muros, petos, antepechos, etc. (véase figura 2).
- **Barandillas permanentes ancladas:** conjunto de elementos prefabricados que se fijan por medios mecánicos o adhesivos a la construcción, como pueden

² Figura 1 a) y b): 1 Pasamanos o barra superior, 2 Listón intermedio o barra intermedia, 3 Rodapié, 4 Montante, 5 Nivel de circulación, 6 Montantes o barras verticales o barrotes.

³ Se debe recordar que las normas técnicas tienen carácter voluntario y, por lo tanto, solo son obligatorias si así se establece una disposición legal.

ser piezas embebidas en los elementos constructivos, anclajes mecánicos de expansión o tacos químicos, tornillería, soldadura, etc. Atendiendo al material del que están hechas, pueden ser metálicas, de vidrio o de otros materiales, o combinación de estos (véase figuras 3).

- **Elementos constructivos mixtos:** combinación de los dos anteriores, como, por ejemplo, petos que incorporan elementos prefabricados para alcanzar la altura adecuada (véase figuras 4).
- **Barandillas permanentes contrapesadas o lastradas:** conjunto de elementos prefabricados que se sostienen o mantienen en su posición gracias a contrapesos o lastres. Su diseño suele basarse en un brazo o voladizo lastrado (existen otras configuraciones) que proporciona la resistencia y la estabilidad al conjunto, por lo que no requieren de la perforación de la cubierta o de los paramentos verticales para su fijación. Con carácter general, son metálicas (véase figuras 5).

En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplos de SDPB en edificios:

Elementos constructivos de cerramiento vertical.

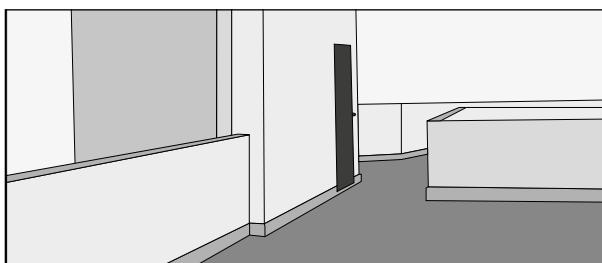


Figura 2. Peto, antepecho o paramento vertical en cubierta transitable.

Barandillas permanentes ancladas.

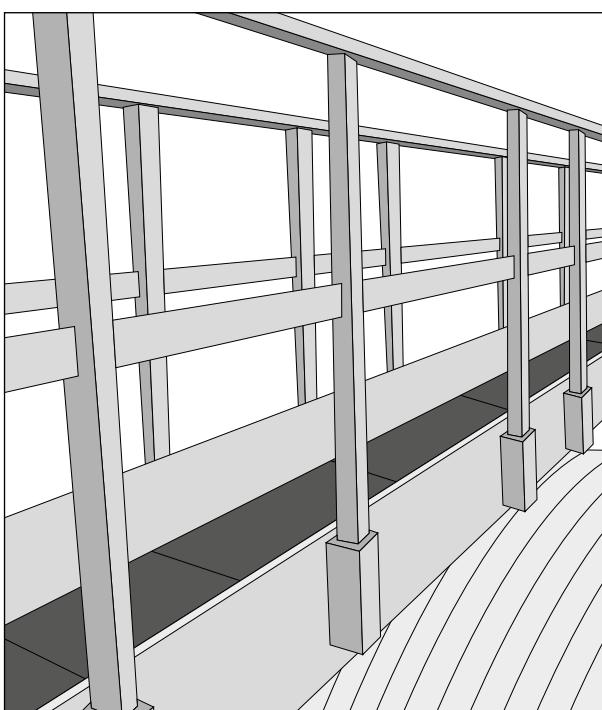


Figura 3. a) Barandilla en pasarela.

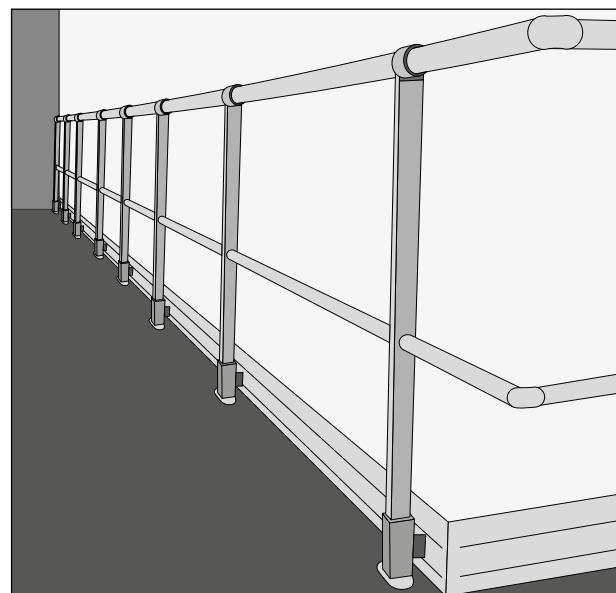


Figura 3. b) Barandilla (estilo francés).

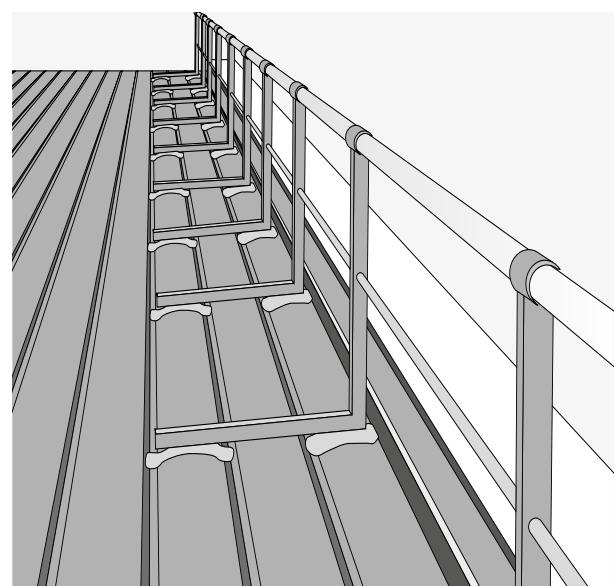


Figura 3. c) Barandilla cubierta de chapa.

Elementos constructivos mixtos.

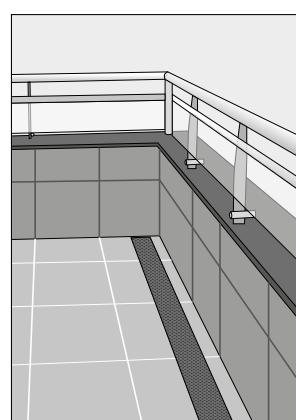


Figura 4. a) Antepecho en terraza.



Figura 4. b) Antepecho o barandillas en escalera.

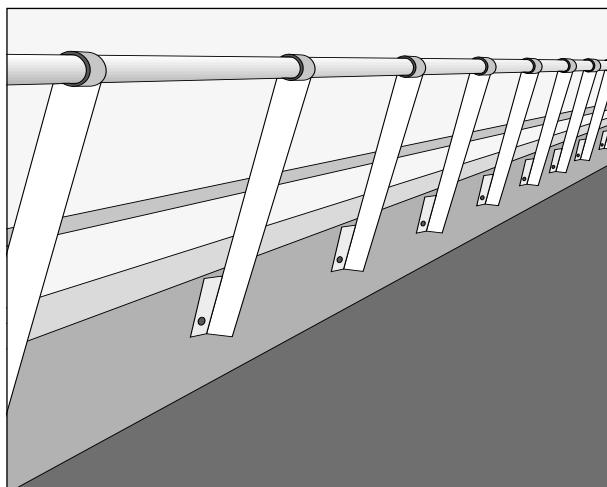


Figura 4. c) Barandilla (estilo inglés).

Barandillas permanentes contrapesadas o lastradas

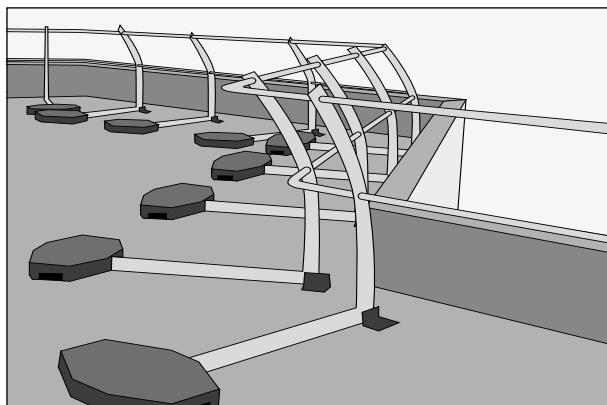


Figura 5. a) Barandilla contrapesada en borde cubierto.

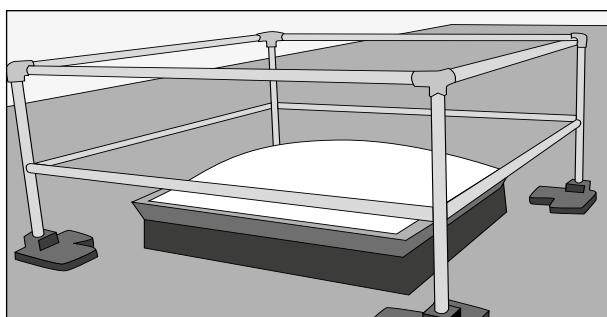


Figura 5. b) Barandilla contrapesada en claraboya.

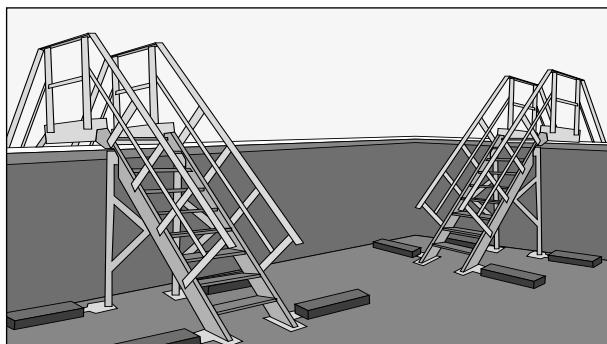


Figura 5. c) Barandilla en paso de lobo.

3. REQUISITOS REGLAMENTARIOS

A continuación, se recogen los requisitos reglamentarios que deben cumplir todos los tipos de SDPB en edificios.

I. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (en adelante, CTE).

El CTE en su *Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad* (en adelante, CTE DB SUA), —para más información véase la NTP 1222 Sistemas de Protección de Borde. Aspectos generales—, establece que deben existir barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales), balcones, ventanas, etc. cuando la altura de caída o diferencia de cota sea mayor de 55 cm, excepto cuando las características constructivas hagan muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

Características de las barreras de protección - barandillas:

- Altura:

Las barreras de protección (barandillas, petos o antepechos) tendrán, como mínimo, una altura de 90 cm cuando la diferencia de cota sea menor o igual a 6 m; en el resto de los casos, será de 1,10 m, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura inferior a 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 90 cm, como mínimo (véase figura 6). La altura de la barrera se medirá verticalmente desde el nivel del suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños hasta el límite superior de esta.

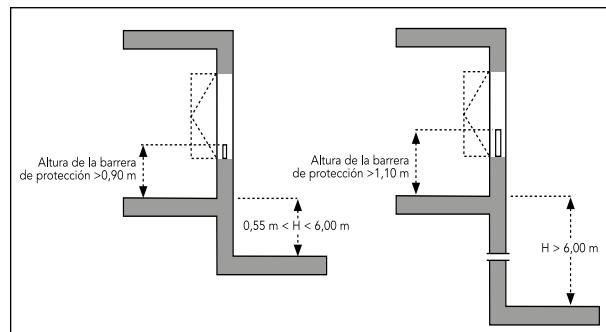


Figura 6. Barreras de protección en ventanas (Fuente: CTE DB SUA).

En el caso particular de las barreras situadas delante de una fila de asientos fijos, se permite que la altura de estas se reduzca hasta los 70 cm siempre que la barrera incorpore un elemento horizontal cuyas dimensiones sean como mínimo de 50 cm de anchura por 50 cm de altura (véase figura 7). No obstante, si a esta parte del edificio pueden acceder personas trabajadoras, la altura de la barrera no debería ser inferior a 90 cm, siempre y cuando la altura de caída sea superior a 2 m, con base en lo establecido en la disposición final segunda del CTE, que establece que “*las exigencias del CTE se aplicarán sin perjuicio de la obligatoriedad del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales que resulte aplicable*”, en este caso, el *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.

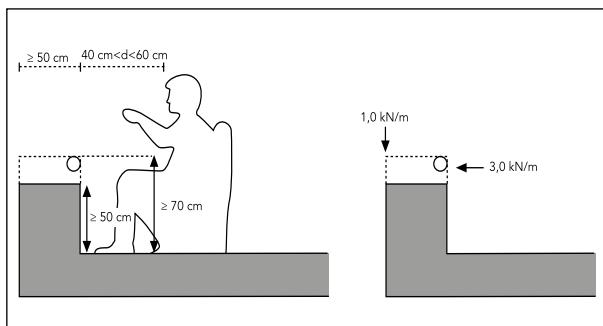


Figura 7. Barrera de protección frente a asientos fijos (Fuente: CTE DB SUA).

- Resistencia:

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras debe tener una resistencia y una rigidez suficiente para resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, cuyo valor se indica en la tabla 1. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si este está situado a menos altura.

Categoría de uso ⁴	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de casos	0,8

Tabla 1. Acciones sobre las barandillas. (Fuente: CTE. Documento Básico. Seguridad Estructural Acciones en la edificación. (en adelante, DB SE-AE)).

En las zonas de tráfico y aparcamiento, los parapetos, petos o barandillas y otros elementos que delimiten áreas accesibles para los vehículos deben resistir como mínimo una fuerza horizontal de 50 kN/m, uniformemente distribuida sobre una longitud de 1 m, aplicada a 1,2 m de altura sobre el nivel de la superficie de rodadura o sobre el borde superior del elemento si este está situado a menos altura. El valor concreto depende del uso específico y de las características del edificio y se definirá en el proyecto, no siendo inferior a $q_k = 50$ kN.

Categoría de uso		Subcategoría de uso	
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles
		A2	Trasteros
B	Zonas administrativas		
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B y D)	C1	Zonas con mesa y sillas
		C2	Zonas con asientos fijos
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas, como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposiciones en museos; etc.
		C4	Zonas destinadas a gimnasios o actividades físicas.
		C5	Zonas de aglomeraciones (salas de conciertos, estadios, etc.)
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales
		C2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies.
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30kN)		
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente		
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20°
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjados)
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°

Tabla 2. Categoría y subcategoría de uso. (Fuente: CTE. DB SE-AE).

En el caso particular de las barreras situadas delante de una fila de asientos fijos deberán resistir una fuerza horizontal en el borde superior 3 kN/m y, simultáneamente, una fuerza vertical uniforme de 1 kN/m, como mínimo, aplicada en el borde exterior (véase figura 7). Además, en los casos en los que los SDPB en edificios incorporen vidrios, con el fin de limitar el riesgo de corte y el de caída a distinto nivel por su rotura, estos componentes tendrán una clasificación de prestaciones en la cara que

esté expuesta a posibles impactos X(Y)Z determinados según la norma UNE-EN 12600:2003 Vidrio para la edificación. *Ensayo pendular. Método de ensayo al impacto y clasificación para vidrio plano*, cuyos parámetros están recogidos en la tabla 3.

⁴ Las categorías de usos se especifican en la tabla 2.

Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 o 2
Menor que 0,55 m	1, 2 o 3	B o C	cualquiera

Tabla 3. Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota. (Fuente: CTE. DB SUA).

Leyenda:

Los parámetros X y Z pueden adoptar los valores 1, 2 ó 3 (de más a menos resistente). La diferencia entre ambos es que, mientras para el parámetro X se admite una rotura con las características de un vidrio laminado o con las de un vidrio templado, para el parámetro Z solo se admite la rotura con las características de un vidrio laminado. Las condiciones técnicas requeridas en el ensayo a ambos tipos de rotura están especificadas en la norma.

El parámetro Y se refiere a los modos de rotura. Los valores que puede adoptar son: A, B y C. En el modo de rotura de tipo A aparecen numerosas grietas formando muchos fragmentos separados con bordes cortantes algunos de los cuales son grandes. En el tipo B aparecen numerosas grietas, pero los fragmentos permanecen juntos y no se separan. En el tipo C se da desintegración, llevando a un gran número de pequeñas partículas que, en principio, son relativamente poco dañinas.

Ejemplos citados en el DA DB-SUA / 1: Los vidrios del tipo 2(B)2 o 1(C)2 podrían utilizarse en zonas con desnivel entre 0,55 y 12 m. En zonas con desnivel superior a 12 m sería necesario utilizar vidrios tales como 1(C)1 o 1(B)1.

• Características constructivas:

Las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas de cualquier zona de los edificios de uso residencial vivienda o de escuelas infantiles, así como en las zonas de uso público de los establecimientos de uso comercial o de uso pública concurrencia (establecimientos donde se congrega un gran número de personas, como, teatros, gimnasios, bares, restaurantes o museos) estarán diseñadas de forma que:

- a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:
- En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales que sobresalgan o vuelen más de 5 cm.
 - En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.
- b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm (véase figura 8).

Las barreras de protección situadas en zonas de uso público en edificios o establecimientos de usos distintos a los citados anteriormente únicamente precisarán cumplir la condición b), considerando para ella una esfera de 15 cm de diámetro.

II. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

El Real Decreto 486/1997, sobre lugares de trabajo, establece que las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante *barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente*, las cuales podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura. Deberán protegerse, en particular:

- a) Las aberturas en los suelos.
- b) Las aberturas en paredes o tabiques siempre que su situación y dimensiones supongan riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria⁵, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 m.
- c) Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 cm, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 m; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

Características de las barandillas:

- serán de materiales rígidos,
- tendrán una altura mínima de 90 cm,
- dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas,
- dispondrán de elementos que impidan la caída de objetos.

⁵ Lo establecido en la citada disposición no significa que cuando las condiciones de trabajo puedan suponer un riesgo de caída de altura inferior a 2 metros no se deban adoptar medidas protección adecuadas. En estos supuestos, será la evaluación de riesgos laborales la que determine la necesidad implantar dichas medidas y la forma de llevarlas a cabo, priorizando, en todo caso, las protecciones colectivas.

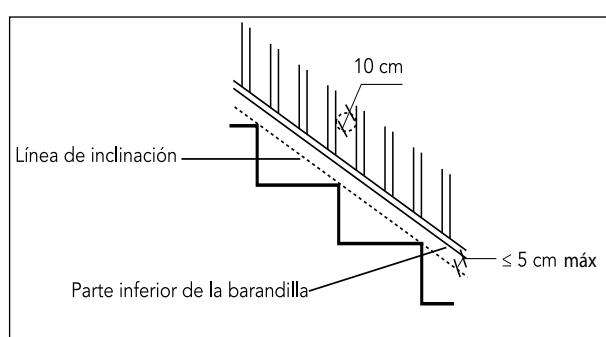


Figura 8. Línea de inclinación y parte inferior de la barrera (Fuente: CTE DB SUA).

En este sentido, la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo*, elaborada por el INSST y de carácter no vinculante, recoge que tendrán la resistencia y estabilidad adecuadas para detener cualquier persona u objeto que pueda caer sobre o contra ellas. No deben utilizarse como barandillas elementos tales como cuerdas, cade-

nas u otros materiales no rígidos. Asimismo, indica que estas se deberán comprobar periódicamente para verificar que mantienen las características resistentes iniciales, reparándose o sustituyéndose en caso necesario. Las barandillas que estén sujetas a la acción climática se deberán revisar con mayor frecuencia, ya que su deterioro es más rápido.

BIBLIOGRAFÍA.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

[Guía técnica para la evaluación y la prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.](#) (INSST; 2015).

Norma BS 13700:2021 Permanent counterweighted guardrail systems. Specification.

Norma UNE-EN 12600:2003 Vidrio para la edificación. Ensayo pendular. Método de ensayo al impacto y clasificación para vidrio plano.

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



Sistemas de protección de borde (III). Sistemas definitivos de protección de borde (SDPB) en edificios: normas técnicas, métodos de evaluación y documentación.

Edge protection systems (III). Definitive edge protection systems in buildings: technical standards, evaluation methods and documentation.
Garde-corps périphériques (III). Garde-corps périphériques définitives dans les bâtiments: normes techniques, méthodes d'évaluation et documentation.

Autor:

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

Elaborado por:

Diego García Páramo.

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. INSST.

La presente Nota Técnica de Prevención junto a la NTP 1223 complementan a la NTP 1222. En esta se recogen las especificaciones técnicas que se podrán tener en cuenta, así como los métodos de evaluación y documentación asociados a los SDPB con el fin de completar la información aportada en las partes I y II.

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. REQUISITOS TÉCNICOS

Las normas técnicas recogen criterios que pueden completar los requisitos establecidos en disposiciones legales, como en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (en adelante, CTE) o el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. En particular pueden servir de orientación en aquellos aspectos no regulados legalmente. En el caso de los sistemas definitivos de protección de borde (en adelante, SDPB), facilitan información relativa a las características de las protecciones que se localizan en ciertas áreas del edificio (por ejemplo, áreas o locales de acceso restringido o reservado a trabajadores de mantenimiento, como pueden ser los locales técnicos, las cubiertas, etc.), que quedan fuera del ámbito de aplicación del CTE, *Documento Básico. Seguridad de Utilización y Accesibilidad* (en adelante, DB SUA).

A continuación, se exponen los requisitos técnicos recogidos en algunas de las normas más relevantes sobre SDPB en edificios. Se han agrupado atendiendo a la forma de sustentación del sistema o barandilla, según estén fijadas por medios mecánicos o contrapesadas/lastradas.

Requisitos de las barandillas definitivas fijadas por medios mecánicos.

Seguidamente, se presentan los principales requisitos que afectan a los SDPB en edificios, compuestos por elementos prefabricados y fijados por medios mecánicos, recogidos en la norma UNE-EN ISO 14122-3:2017 *Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3 Escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos* y en la norma NF E 85-015:2019 *Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps*. A este respecto, se debe recordar que las normas técnicas tienen carácter voluntario y, por

lo tanto, solo son obligatorias si así se establece una disposición legal.

Los criterios u orientaciones que se muestran a continuación son aplicables a las barandillas que no van a estar expuestas a una elevada carga de viento (quedarían excluidos por tanto elementos como, por ejemplo, los que incorporan paneles macizos, chapas perforadas, lonas publicitarias, etc. porque ofrecen resistencia a la circulación del viento). Para estos supuestos, adicionalmente es preciso tener en cuenta en su diseño y cálculo las especificaciones de la norma EN 1991-1-4:2018 *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento*.

Características de las barandillas:

- Altura:

Se deben instalar barandillas y pasamanos cuando la diferencia de cota sea superior a 50 cm y en plataformas, pasarelas y descansillos de escaleras deben tener una altura mínima 1,10 m. No obstante, no será necesario instalarlas en los lados de las superficies de tránsito cuando sean adyacentes a la estructura de una máquina o una pared que ofrezca protección frente a la caída de personas, salvo que la separación entre estos elementos sea superior a 18 cm o cuando la protección que ofrezcan no sea equivalente a la de una barandilla. En estos supuestos será necesario instalar rodapiés para evitar la caída de objetos, salvo que la separación entre los elementos sea igual o inferior a 2 cm.

En el caso particular de las escaleras, las barandillas y los pasamanos tendrán una altura comprendida entre los 90 cm y 1 m (véase figura 1) y, con carácter general, tendrán dos pasamanos que serán continuos y que podrán formar parte de la barandilla (barra superior). Si la escalera es adyacente a una estructura de una máquina o una pared que ofrezca protección frente a la caída de personas, no será precisa la barandilla en el lado contiguo al paramento siempre que la separación entre los elementos

sea igual o inferior a 12 cm. Además, en este supuesto, si el ancho de la escalera es inferior a 1,20 m, se podrá instalar un solo pasamanos en el lado opuesto. El pasamanos comenzará, al menos, en la vertical del inicio de la escalera y será paralelo a la línea de pendiente. El diseño del pasamanos debe impedir el atrapamiento de la persona trabajadora o el enganche de su vestimenta.

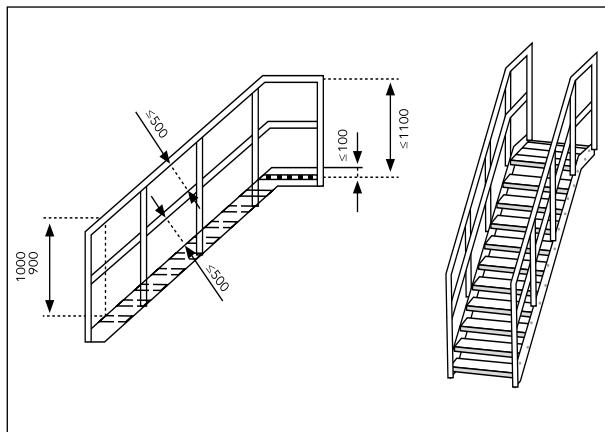


Figura 1 – Ejemplo de un guardacuerpo de escalera y su continuidad con un guardacuerpo horizontal (Fuente: UNE-EN ISO 14122-3:2017)¹.

- Resistencia:

Las normas técnicas citadas fijan una carga mínima de servicio de 0,3 kN/m, pero pueden diferir en cuanto a la carga para la verificación de la resistencia debido al posible uso de diferentes coeficientes de seguridad de material (γ). Así, la norma UNE-EN ISO 14122-3 establece que para las barandillas de acero o aluminio será de 0,525 kN/m. Añade que cuando se utilicen otros materiales, como GRP (plástico reforzado con vidrio), pueden requerirse valores más altos y ensayos de impacto.

- Características constructivas:

Las barandillas deben disponer de, al menos, un listón intermedio (véase el apartado a) de la figura 1 de la NTP 1223 sistemas de protección de borde (II): sistemas definitivos de protección de borde (SDPB) en edificios: clasificación y requisitos legales) o cualquier otra protección equivalente, por ejemplo, barras verticales. En todo caso, la distancia entre el pasamanos y el listón intermedio y, entre este y el rodapié, no debe ser superior a 50 cm. En el caso de barandillas cuyos montantes no sean verticales, sino diagonales, la citada distancia se medirá en el plano inclinado de la protección, pudiendo ser necesario incorporar un listón intermedio adicional (véase la figura 2). Además, ha de tenerse en cuenta que la norma NF E 85-015 indica que, para pendientes mayores a 15° o 26,795 % e inferiores a 20° o 36,397 %, la distancia entre los citados elementos no será superior a 34 cm. Si se utilizan barras verticales en lugar de listones intermedios (véase apartado b) de la figura 1 de la NTP 1223 sistemas de protección de borde (II). Sistemas definitivos de protección de borde (SDPB) en edificios: clasificación y requisitos legales), el espacio libre horizontal entre montantes debe ser, como máximo, 18 cm.

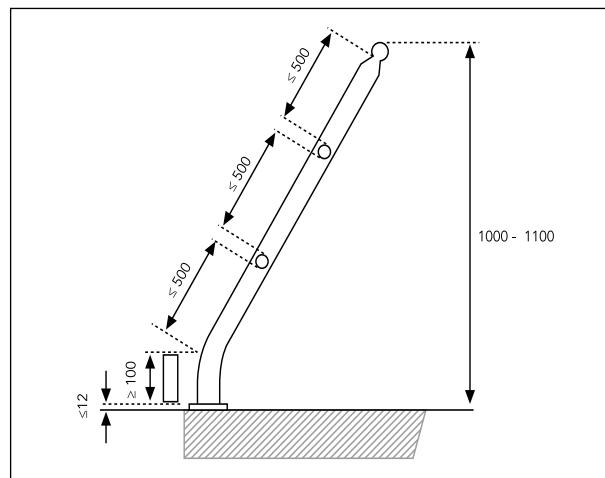


Figura 2 – Ejemplo de barandilla inclinada que requiere la adición de una barandilla intermedia (Fuente: NF E 85-015:2019)²

Los rodapiés tendrán, como mínimo, 10 cm de altura y se instalarán, como máximo, a 12 mm del nivel de circulación. Además, la norma NF E 85-015 añade que, en el caso de que se sitúen en paralelo al borde de la superficie de tránsito, la separación será como máximo de 1 cm (ver figura 3). Si el rodapié fuera discontinuo, por ser la barandilla discontinua, la distancia entre los tramos no debe ser mayor de 2 cm a fin de evitar la caída de objetos.

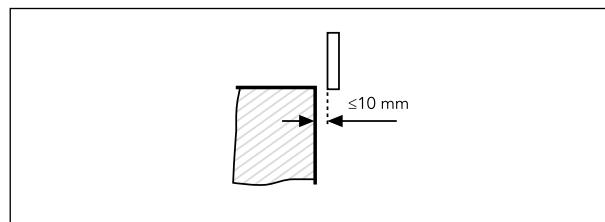
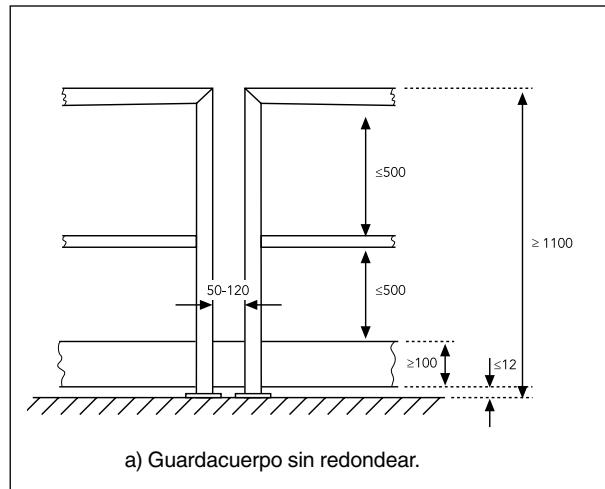


Figura 3 – Rodapié de barandilla industrial (Fuente: NF E 85-015:2019)³

La distancia entre los montantes se debe limitar a 1,50 m. Sin embargo, si se excediera esta distancia, se debe prestar atención especial a la resistencia del anclaje de los montantes y de los dispositivos de fijación.



a) Guardacuerpo sin redondear.

² Dimensiones en mm.

³ Dimensiones en mm.

Si la barandilla y el pasamanos están configurados en tramos discontinuos, se diseñarán de tal manera que se eviten atrapamientos, cortes y caídas en estos puntos y, si no fuera posible eliminar los peligros, se limitará el espacio libre entre los segmentos cumpliendo lo siguiente:

- Barandillas con extremo en ángulo recto (véase la figura 4 a), el espacio libre entre los segmentos será igual o mayor a 5 cm e inferior a 12 cm. Esta condición también será aplicable a los pasamanos;
- Barandillas con extremo redondeado (véase la figura 4 b), el espacio libre entre los tramos será igual o mayor a 5 cm e inferior a 8 cm. El radio R_a debe ser de 20 cm como máximo.

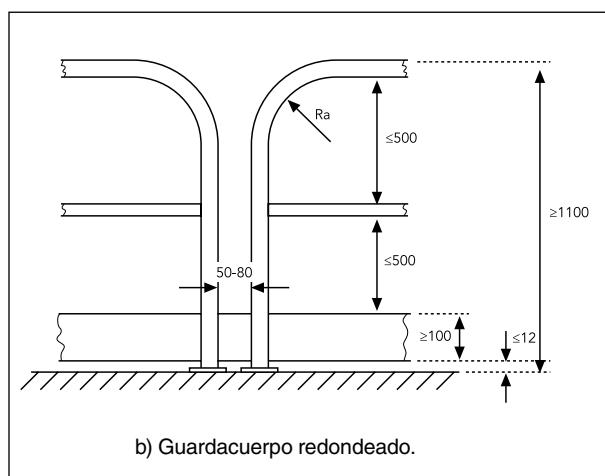


Figura 4 – Espacio libre entre dos segmentos de un guardacuerpo (Fuente: UNE-EN ISO 14122-3:2017)⁴

Además, los pasamanos y/o la barra superior de las barandillas estarán diseñados y fabricados de manera que se elimine o se reduzca al mínimo cualquier peligro por la presencia de aristas vivas y los tramos se encontrarán alineados. Los pasamanos tendrán un diámetro comprendido entre 25 y 50 mm o tendrán una sección transversal equivalente, para permitir un buen agarre de la mano. Además, estarán libres de obstáculos que dificulten su presión. Para ello, la distancia mínima entre el pasamanos y cualquier objeto hacia dentro será de 75 mm, con la excepción de los soportes por donde se fijan. A este respecto, la norma francesa indica que no podrá ser inferior a 50 mm (véase la figura 5).

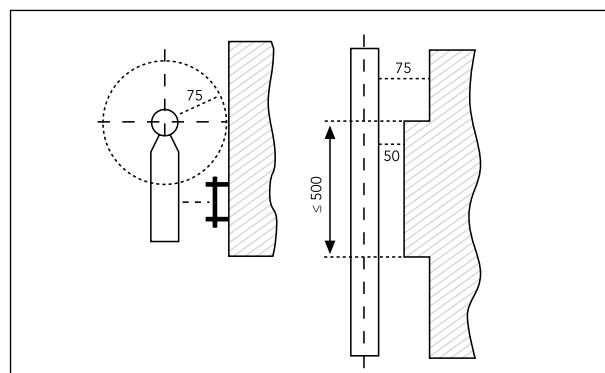


Figura 5 – Separación mínima entre un pasamano y cualquier obstáculo (Fuente: NF E 85-015:2019)⁵

Si se necesita disponer de acceso para personas y/o cargas a través de la barandilla, se deben utilizar puertas. La norma UNE-EN ISO 14122-3:2017 contempla dos tipos: puertas de cierre automático y puertas de seguridad de una entreplanta/altillo.

Puertas de cierre automático

Las puertas dispondrán de cierre automático, por ejemplo, mediante el uso de muelles o gravedad, para mantenerlas en esa posición neutra. Deberán abrirse hacia una superficie de tránsito y no podrán hacerlo en sentido contrario; para ello, podrán tener un tope rígido que lo impida. Requerirán de la acción deliberada de una persona para abrir las. Estos elementos cumplirán los mismos requisitos que las barandillas adyacentes (véase la figura 6). Las características del conjunto (puerta y barandilla) deben ser tales que eviten los puntos de cizallamiento y aplastamiento, para ello, deberán de cumplir con las dimensiones indicadas en la figura 4.

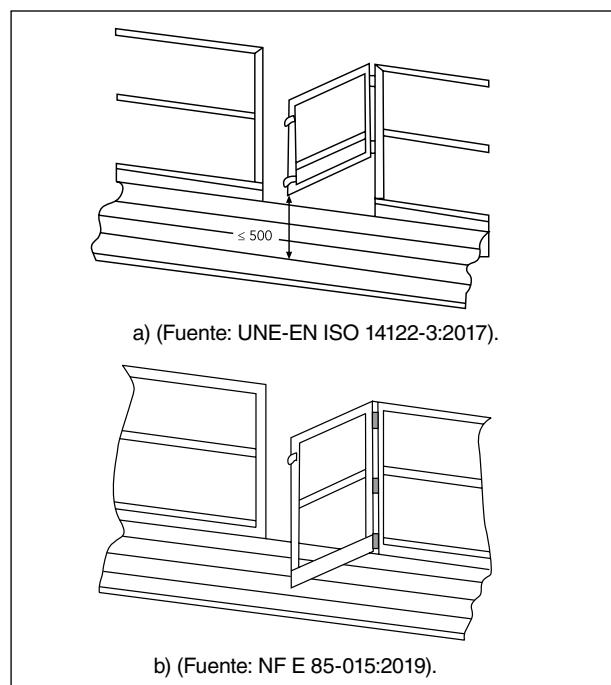


Figura 6 – Puerta de cierre automático (abierta hacia la plataforma).⁶

Puerta de seguridad de una entreplanta/altillo:

A diferencia que las puertas de cierre automático, las puertas de seguridad de una entreplanta/altillo no son contempladas en la norma NF E 85-015. Los criterios expuestos se corresponden solo con los indicados en la norma UNE-EN ISO 14112-3.

Las puertas de seguridad de una entreplanta/altillo cumplirán con los mismos requisitos que las barandillas adyacentes, excepto en lo relativo a la distancia entre montantes.

En el diseño de estas puertas se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

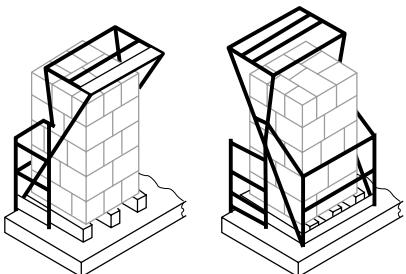
- debe permitir que la persona operadora coloque y retire la carga (por ejemplo, un palé) sin estar expuesto al riesgo de caída a distintos niveles,

⁴ R_a Radio. Dimensiones en mm.

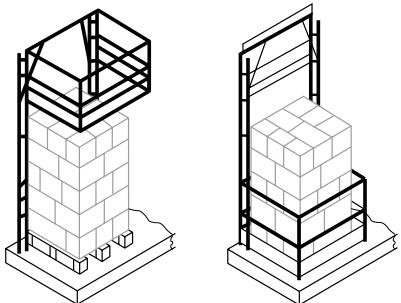
⁵ Dimensiones en mm.

⁶ Dimensiones en mm.

- debe permitir que la persona operadora esté situado fuera de la zona peligrosa (radio de acción del movimiento del elemento) durante el accionamiento manual de la puerta,
- no debe restringir el movimiento de las personas en la zona de tránsito cuando la puerta está abierta en esa zona y cerrada en la parte opuesta de la rampa/borde,
- debe permitir que la persona operadora tenga una visión adecuada de la zona de tránsito durante el cierre manual,
- deben permanecer en una posición de cierre estable cuando no se actúe sobre ellas, por ejemplo, por acción de la gravedad,
- deben evitar que se produzcan atrapamientos, aplastamientos y cortes durante el movimiento,
- sus puntos de mantenimiento deben ser accesibles y sin riesgo de caída.



a) Puerta de seguridad pivotante.



b) Puerta de seguridad vertical.

Figura 7 – Ejemplos de los principios de funcionamiento de las puertas de seguridad de entreplantas/altillos (Fuente: UNE-EN ISO 14122-3:2017).

Necesidad de protección adicional frente a caídas:

En determinadas situaciones, la altura mínima de las barandillas puede ser insuficiente para proteger a las personas trabajadoras frente a caídas a distinto nivel, entre otras, cuando se instalan peldaños, escaleras o escaleras adicionales cerca de la protección de borde. En estos casos, se precisan medidas adicionales de protección (por ejemplo, extensión de la altura del guardacuerpo, véanse las figuras 6 y 7 de la NTP 1160).

Requisitos de las barandillas permanentes contrapesadas o lastradas.

A continuación, se presentan los principales criterios técnicos para las barandillas permanentes contrapesadas o lastradas o SDPB compuestos por elementos prefabricados autoportantes por contrapesos, recogidos

en la norma *NF E 85-015:2019 Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps* y la norma *BS 13700:2021 Permanent counterweighted guardrail systems. Specification*.

I. Norma NF E 85-015:2019 Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps.

En primer lugar, se exponen algunas cuestiones recogidas en la norma NF E 85-015. Esta norma solo contempla la instalación de barandillas contrapesadas o lastradas en cubiertas planas o con ligera pendiente (pendiente $< 15^\circ$ o 26,79%), no transitables o no accesibles al público, de edificaciones existentes en las que no sea posible montar una barandilla permanente fijada por medios mecánicos. Asimismo, la norma recomienda que no se instalen en construcciones nuevas o en edificios en los que se tengan que llevar a cabo intervenciones que requieran el desmontaje de la protección para su ejecución, como pueden ser las reparaciones de impermeabilización de cubiertas; en estos casos se deben utilizar preferentemente otros sistemas.

Con carácter general, las barandillas contrapesadas o lastradas que se fabriquen de conformidad con la NF E 85-015 cumplirán los requerimientos que cita esta para las barandillas fijadas y, además, los específicos para ellas, entre los que se pueden citar los siguientes:

- debe existir un elemento que haga de tope a la barandilla para evitar su desplazamiento hacia la zona de caída, como puede ser un peto. La altura mínima de este elemento la determinará la persona que fabrica en su manual de instrucciones, pero para los ensayos la norma determina que deberá ser, como mínimo, de 5 cm de alto,
- no deben instalarse en superficies con una pendiente $> 15^\circ$ o 26,8%,
- la distancia máxima entre los montantes debe ser de 1,5 m,
- los contrapesos deben estar hechos de materiales sólidos, compactos y no disagregables (sin arena o agua, por ejemplo) y cada contrapeso debe fijarse perfectamente para evitar desplazamientos involuntarios.

Por último, es preciso remarcar que la instalación de este tipo de barandilla requiere un análisis previo de la cubierta o superficie sobre la que se va a montar. Entre otros aspectos, se tendrán en cuenta: la resistencia y el tipo del material de cubrición, la consistencia/resistencia del tope y la evacuación de las aguas pluviales.

II. Norma BS 13700:2021 Permanent counterweighted guardrail systems. Specification.

Por otra parte, la norma británica BS 13700:2021 establece requisitos exclusivamente para las barandillas contrapesadas o lastradas, y está inspirada en la norma *EN 17374:2013 Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto. Métodos de ensayo*. A continuación, se van a referir algunos de los requisitos acerca de las características que deberían presentar las barandillas.

Con carácter general, estarán formadas por una barra superior a una altura mínima de 1,10 m, medido desde la superficie sobre la que está instalada, y una o varias barras intermedias de tal manera que la distancia entre la barra superior o pasamanos y la intermedia no sea superior a 47 cm. Asimismo, la distancia entre la barra

intermedia o la barra intermedia inferior, si hubiera varias, y la superficie del tránsito no será superior a 53 cm.

No obstante, se prevé la posibilidad de instalar un rodapié para cumplir con las medidas anteriores, en particular, con la distancia entre barra superior e intermedia. En estos casos, si existe un elemento como un peto u otro componente que permita cumplir los requisitos, no será necesario el rodapié.

Asimismo, los extremos de los sistemas de barandillas contrapesadas que estén en voladizo no tendrán que sobresalir más de 50 cm del montante.

Por último, los contrapesos, que son uno de los componentes más característicos de los SDPB lastrados, serán diseñados de tal manera que no se puedan deslizar accidentalmente ni levantar de su posición, gracias a su fijación a la superficie, por fricción y peso, dentro del uso previsto del sistema. Estos elementos serán de materiales sólidos, no se podrá utilizar arena o agua, y no tendrán que sufrir alteraciones que afecten a su funcionamiento en un amplio intervalo de temperaturas.

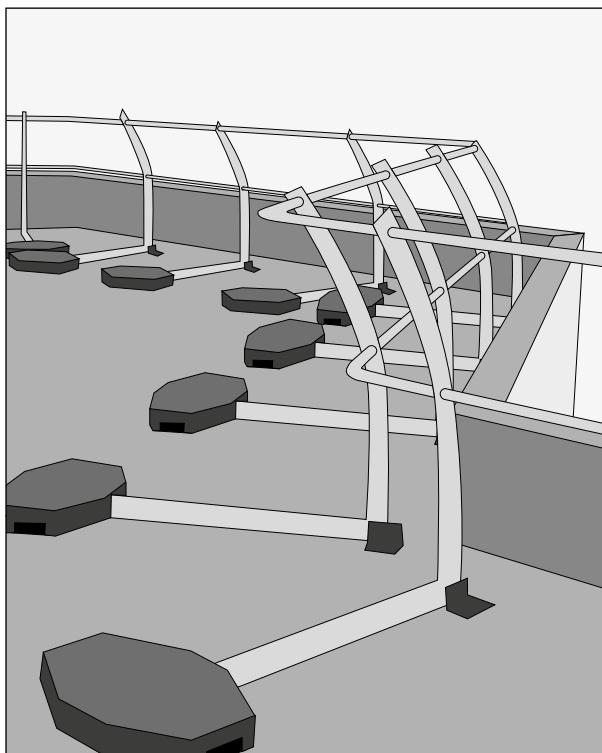


Figura 8 – Ejemplos de barandillas contrapesadas/lastradas.

2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

La verificación del cumplimiento de los requisitos de los SDPB en edificios se puede hacer, con carácter general, siguiendo dos sistemáticas diferentes: mediante métodos analíticos (cálculos) o mediante métodos experimentales (ensayos). A su vez, los ensayos se subdividen en dos tipos: ensayos estáticos, en los que la fuerza aplicada suele incrementarse progresivamente hasta alcanzar el valor necesario, y ensayos dinámicos, en los que la carga se aplica en forma de impacto.

Los resultados de estas dos metodologías tienen que ser comparables. Tanto es así que algunos procedimientos de evaluación, como es el previsto en la norma UNE-EN ISO 14122-3, permiten la elección de una u otra. No obstante, esta norma indica que, cuando no sea posible verificar los requisitos de carga estática por cálculo, la verificación debe

efectuarse por ensayo. Además, diversos procesos de evaluación exigen la aplicación conjunta de cálculos y ensayos para verificar el cumplimiento de los requisitos.

3. DOCUMENTACIÓN

La información mínima que deben facilitar las personas que fabrican, importan, suministran o instalan a la persona que contrate la implantación, persona usuaria o titular del edificio de los SDPB puede variar en función de las consideraciones que se citarán más adelante. En todo caso, esta información debería incorporarse al Libro del Edificio, de manera que las barandillas, petos, antepechos y, en general, cualquier sistema definitivo de protección de borde, como parte integrante de los edificios, sean incluidos en el plan de mantenimiento y sometidos a todas las intervenciones de inspección, comprobación, mantenimiento, reparación, reforma o rehabilitación que resulten precisas a lo largo de todo su ciclo de vida. Se dejará constancia del resultado de estas actuaciones en el libro para que sirva de fuente de información para futuras intervenciones.

De manera complementaria a lo indicado sobre el Libro del edificio, se puede mencionar que todos los inmuebles incluidos en el ámbito de aplicación de la LOE y del CTE deben disponer de uno, que recogerá la información que permite conocer las características físicas y técnicas del edificio, así como su régimen jurídico. El promotor entregará al titular del activo el libro, y será este un medio que le puede ayudar a llevar a cabo todas las actuaciones necesarias para que el edificio se use y mantenga de forma correcta, de acuerdo con la información contenida en el mismo para garantizar la seguridad de todos los usuarios.

A continuación, se recogen algunas de las consideraciones que determinan la información que deben disponer de los SDPB en edificios y quien la debe facilitar.

1. Declaración de prestaciones y de conformidad, marcado CE y pasaporte digital de producto.

Los SDPB o barandillas, con carácter general, son productos de construcción (ver NTP 1222 Sistema de Protección de Borde (I). Aspectos generales.) y, por tanto, se encuentran incluidas en el ámbito de aplicación del Reglamento UE 2024/3110, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización, en el mercado interior de la UE, de productos de construcción. En aplicación de este Reglamento, los SDPB deberán disponer de declaración de prestaciones y de conformidad (DdP)⁷, así como del pasaporte digital de producto emitido por la persona fabricante, siempre que estos productos, de forma individual o integrados en un "kit", estén cubiertos por una norma armonizada o sean conformes con una evaluación técnica europea (ETE)⁸ elaborada para el mismo. Además, la persona fabricante deberá

⁷ La DdP expresa las prestaciones del producto en relación con sus características esenciales y debe ser emitida por el fabricante, cuando el producto se introduce en el mercado, o por los importadores o distribuidores, cuando estos introduzcan un producto en el mercado con su propio nombre.

⁸ El fabricante voluntariamente podrá solicitar, en primer lugar, la elaboración del documento de evaluación europeo (DEE) a un organismo de evaluación técnica (OET) o seguir un DEE existente para un producto de construcción y, en segundo lugar, pedir que se lleve a cabo la evaluación del cumplimiento de los requisitos aplicables y de las prestaciones en relación con las características esenciales del producto, de cara a obtener el ETE y, en caso de ser favorable, estará en condiciones elaborar la declaración de prestación y de conformidad y poner el marcado CE.

colocar el marcado CE sobre estos productos antes de que se introduzcan por primera vez en el mercado.

En este sentido, el artículo 22 del Reglamento UE 2024/3110, relativo a las obligaciones de los fabricantes, establece que cuando se comercialice un producto, aquellos deberán asegurarse de que este vaya acompañado de la **información general y las instrucciones de uso y seguridad**, conforme a lo establecido en el **anexo IV**, en la lengua que determine el Estado miembro. En la declaración de prestaciones y de conformidad se deberán incluir enlaces permanentes o soportes de datos a esta información, a menos que la misma esté disponible en el pasaporte del producto, en el que tendrá que estar incluida en cualquier caso.

2. Libro del edificio.

El contenido del Libro del edificio, establecido en la *Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación*, -en particular en su artículo 7-, en el CTE, -en particular en el artículo 8-, y en las disposiciones que hayan dictado la Administraciones Públicas competentes, determinará la información que se deberá disponer de los SDPB.

Entre los contenidos del libro del edificio, se pueden citar los siguientes aspectos que afectan a los SDPB:

- las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, incluyendo un plan de mantenimiento del este con la planificación de las operaciones programadas para el mantenimiento del edificio y de sus instalaciones,
- documentación sobre todas las intervenciones de reparación, reforma o rehabilitación realizadas sobre el edificio a lo largo de su vida útil,
- documentación derivada del control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas suministrados que satisfacen lo exigido en el proyecto, y que incluye: control de la documentación de los suministros, control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y control mediante ensayos (artículo 7.2. CTE),

3. Obligaciones establecidas por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante, LPRL) a los fabricantes, importadores y suministradores.

En línea con lo indicado en el **último punto del apartado 3.2 de esta NTP**, la LPRL, en su artículo 41.1, también establece la necesidad de facilitar información de los SDPB al realizar su suministro, al indicar “Los fabricantes, importadores y suministradores de elementos para la protección de los trabajadores están obligados a asegurar la efectividad de los mismos, siempre que sean instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por ellos. A tal efecto, deberán suministrar la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de su uso y mantenimiento”. Asimismo, remarca la obligación de entregar estos datos a la persona empresaria, que podría ser la persona que contrate la instalación (por ejemplo, la contratista durante la ejecución de la obra), la persona usuaria o titular del edificio, al citar “Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y estos recabar de aquellos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles

de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto de los trabajadores”.

Por lo anterior, las personas fabricantes, importadoras o suministradoras deben facilitar información de los SDPB, con independencia de que se trate de un proyecto de nueva ejecución, una reforma/rehabilitación o una medida para evitar o controlar riesgos de caída a distintos niveles en un edificio existente, cuando estos sistemas sean instalados, usados y mantenidos por personas trabajadoras. Además, en línea con lo indicado en el apartado 3.2 de esta NTP, esta información se debería conservar durante todo el ciclo de vida de los SDPB para poder cumplir con la obligación de información establecida en la LPRL en su artículo 41.1. A tal efecto, se podría utilizar el denominado Libro del edificio existente.

4. Requisitos de información fijados por especificaciones técnicas para los SPDB.

En este apartado se recogen, a modo de ejemplo, algunos de los aspectos sobre los que se debe proporcionar información de los SDPB de acuerdo con los criterios de las normas técnicas citadas en esta NTP. Los requisitos que se mencionan solo serán exigibles para los SDPB que hayan sido fabricados y certificados siguiendo un estándar concreto. Estos datos se deberían facilitar a la persona promotora o a la titular del inmueble en el que se hayan instalado las barandillas y pasamanos por parte de la persona fabricante y/o instaladora.

Sistemas fabricados de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14122-3:2017.

- a) las condiciones de utilización,
- b) las instrucciones necesarias para el correcto montaje de las barandillas y pasamanos en el emplazamiento final, por ejemplo, el método de fijación,
- c) los requisitos de mantenimiento e inspección, por ejemplo, para identificar un deterioro excesivo cuando se opera en un ambiente agresivo (corrosivos, abrasivos, húmedos, etc.), desgaste en elementos móviles, etc.,
- d) el certificado de instalación.

Sistemas fabricados de acuerdo con la norma BS 13700:2021.

Los SDPB que cumplan con esta norma dispondrán de un manual de instrucciones para su correcta utilización y mantenimiento. En este manual se explicarán, entre otras cuestiones, la metodología para realizar el montaje y desmontaje de los componentes, la distancia mínima al borde; las limitaciones de uso de las barandillas, como, por ejemplo, si es posible o no montar paneles debido a que incrementaría la resistencia al viento; que no se podrán utilizar como punto de anclaje, por ejemplo, para enganchar un sistema anticaída; o su comportamiento en condiciones meteorológicas adversas como hielo o nieve. Además, es preciso resaltar que, como ocurre con los Equipos de Protección Individual (EPI) contra caídas, se tendrán que revisar tras un impacto para ponerlos en servicio de nuevo.

Por último, cabe destacar que esta norma contempla la necesidad de realizar inspecciones de los SDPB, antes de ponerlas en servicio, anuales y tras eventos significativos (como, por ejemplo: el impacto de una per-

sona o un objeto contra ellas), concretando los elementos o aspectos que, como mínimo, se verificarán, pero será la persona que fabrica quien defina en el manual de instrucciones qué comprobaciones son pertinentes y cuándo se deben llevar a cabo. Es importante subrayar que, si durante los exámenes se detectara algún defecto

que hiciera inseguro el SDPB, se deberá delimitar y señalizar la zona para informar que no se puede acceder. Asimismo, la norma contempla que el mantenimiento y las inspecciones serán realizados por personas expertas, que dejarán constancia detallada de las actuaciones realizadas.

BIBLIOGRAFÍA.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Reglamento (UE) 2024/3110 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de noviembre de 2024, por el que se establecen reglas armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga el Reglamento (UE) N.º 305/2011.

Decisión delegada (UE) 2019/1764 de la Comisión de 14 de marzo de 2019 por el que se complementa el Reglamento (UE) N.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los sistemas aplicables para evaluar y verificar la constancia de las prestaciones de los kits de barandillas y los kits de pasamanos destinados al uso en obras de construcción únicamente para evitar caídas y no sometidos a cargas verticales estructurales.

Norma BS 13700:2021 Permanent counterweighted guardrail systems. Specification.

Norma NF E 85-015:2019 Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps.

Norma EN 1090-1:2011+A1 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.

Norma EN 1991-1-4:2018 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento

Norma UNE-EN ISO 14122-3:2017 Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3 Escaleras, escalones y guardacuerpos. U.N.E. Madrid.

DEE 090040-00-0404 Barandilla en voladizo de vidrio estructural, publicado en el DOUE a través de la Decisión de Ejecución (UE) 2022/381 de la Comisión de 4 de marzo de 2022 por la que se modifica la Decisión de Ejecución (UE) 2019/450 en lo que respecta a la publicación de referencias de documentos de evaluación europeos para el sistema estructural de paneles EPS reforzados de alta densidad para unidades de construcción y otros productos de construcción



Amianto. Gestión y diagnóstico (parte III): Orientaciones para situaciones y actividades frecuentes.

Asbestos management and survey. Part III Guidance for frequent situations and activities.
Gestion et diagnostic de l'amiante. Partie III Recommandations pour situations et activités fréquentes.

Autor:

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

Elaborado por:

María Domínguez Dalda.

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA-
INSST

Esta NTP forma parte de un conjunto de NTP sobre la gestión segura de amianto cuyo objetivo es ayudar a abordar, de forma proactiva y global, el riesgo de exposición a este carcinógeno en cualquier tipo de empresa en cuyas instalaciones estén presentes materiales con amianto (MCA). La parte I (NTP 1195) propone un “esquema general de actuación preventiva” con el fin de ayudar a tomar decisiones y priorizar actuaciones, cuyos elementos centrales son el registro de MCA y el plan de gestión de amianto. La parte II (NTP 1196) presenta el diagnóstico de amianto entendido como un proceso de dos etapas: localización e identificación de los MCA y valoración de su nivel de riesgo potencial. Partiendo de dicho marco general de gestión segura de MCA, esta NTP explica su necesidad y particularidades en algunas situaciones y actividades frecuentes, incluyendo orientaciones para todos los agentes implicados.

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

Uno de los desafíos actuales en salud laboral es abordar los riesgos de exposición al amianto derivados, por un lado, del envejecimiento de los materiales con amianto (MCA) que permanecen (actualmente desde al menos 23 años, considerando la prohibición total en España en 2002) en lugares de trabajo y del incremento de las actuaciones que los alteran o dañan y, por otro, de la necesidad de retirar y eliminar grandes cantidades de MCA para alcanzar el objetivo final de erradicar el amianto en toda la UE.

En el marco del *Pacto Verde Europeo* y dado que la estrategia “*Oleada de Renovación*” de la Comisión Europea pretende, como mínimo, duplicar la tasa de renovación energética anual de los edificios a más tardar en 2030 y fomentar las *renovaciones en profundidad*¹, es esencial que se dé prioridad a la retirada de amianto y eliminación como residuo peligroso conforme a la normativa aplicable, ya que la reparación, mantenimiento, encapsulamiento o sellado de MCA pueden dar lugar al aplazamiento de la retirada, así como a un aumento de su complejidad y de la cantidad de residuo, lo que puede, a su vez, perpetuar los riesgos de exposición de los trabajadores a este carcinógeno de categoría 1A y sin nivel umbral.

Recientemente, la UE ha reforzado la protección de los trabajadores mediante la [Directiva 2023/2668 del Parlamento Europeo y del consejo, de 22 de noviembre de 2023](#), por la que se modifica la Directiva 2009/148/CE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos

relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo que, entre otras medidas, establece que, “al evaluar si una actividad conlleva o es probable que conlleve un riesgo de exposición al amianto o a materiales que lo contengan, los empresarios deben considerar la eliminación total del amianto como una opción preferida frente a cualquier otra actividad de manipulación, siempre que ello sea viable y beneficioso para la protección de los trabajadores. Además, es urgente formar a los trabajadores que estén o puedan estar expuestos al amianto”.

Además de priorizar la retirada del amianto, hasta su completa eliminación es necesario gestionar adecuadamente los MCA presentes, manteniendo controlados aquellos que puedan suponer un riesgo de exposición para los trabajadores y no puedan retirarse a corto/medio plazo, con el fin de evitar que se generen focos o fuentes de exposición en los lugares de trabajo. En este sentido, un enfoque o gestión incorrecta de los MCA durante trabajos de demolición, rehabilitación, reparación o mantenimiento en edificaciones o estructuras puede conducir a una liberación considerable e incontrolada de fibras de amianto al ambiente que, además de causar un riesgo grave para la salud (las fibras de amianto pueden permanecer largos períodos suspendidas en el aire y ser respiradas), requerirá muchos recursos y tiempo para descontaminar las zonas o locales afectados antes de poder retomar la actividad.

En España, se ha detectado² la necesidad de mejorar el proceso de la gestión del riesgo de exposición al amianto en el trabajo, tanto en su primer paso, consistente en identificar los MCA presentes en los lugares de trabajo,

¹ [DIRECTIVA \(UE\) 2024/1275 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 24 de abril de 2024 relativa a la eficiencia energética de los edificios \(refundición\).](#)

² Trabajo de investigación presentado en el III Simposio de Higiene Industrial (Santander, 2024).

como en la última etapa de descontaminación y verificación final para asegurar una correcta retirada, conforme al [Real Decreto 396/2006](#), de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Así mismo, es necesario proporcionar un apoyo técnico suficiente para ayudar a los empresarios, en especial a las PYME, a aplicar la normativa de seguridad y salud en el trabajo específica sobre amianto y afrontar los cambios normativos en la UE.

Uno de los elementos esenciales para abordar esta problemática es aumentar el conocimiento y reforzar las actuaciones preventivas de todos los agentes implicados, en particular, del empresario y su organización preventiva, y también de los trabajadores y sus representantes. Así mismo, deben participar en este esfuerzo las administraciones competentes (laboral, sanitaria y ambiental) a todos los niveles (estatal, autonómico y local), los órganos asesores en materia de seguridad y salud en el trabajo, los agentes sociales, las entidades formativas, los colegios profesionales y las asociaciones sectoriales, los expertos en amianto y profesionales de la construcción, los gestores de residuos, etc.

Considerando que la exposición a fibras de amianto causa enfermedades graves e incapacitantes (asbestosis, mesotelioma, cáncer de pulmón, cáncer gástrico, cáncer de laringe, cáncer de ovario, etc.), este conjunto de NTP sobre gestión y diagnóstico de amianto pretende proporcionar orientaciones para tomar decisiones y priorizar actuaciones, difundiendo buenas prácticas que ayuden

a empresas y organizaciones a abordar proactivamente este riesgo de exposición. La presente NTP profundiza en los planteamientos preventivos, recomendaciones y herramientas para una serie de situaciones y actividades frecuentes, centrando la atención en los pasos primero y último de la gestión global del riesgo: la identificación de MCA, que condiciona la eficacia de cualquier actuación preventiva posterior, y la verificación final de cualquier intervención sobre MCA antes de reocupar la zona.

2. ALGUNAS SITUACIONES Y ACTIVIDADES DE RIESGO FRECUENTES

Además de controlar y minimizar las *exposiciones directas* por manipulación activa de MCA por parte de trabajadores formados y protegidos, también se deben evitar las exposiciones “accidentales” o “inadvertidas”, denominadas recientemente “pasivas” (más información en la NTP 1217) en el ámbito europeo, que afectan a otros trabajadores que no intervienen en *trabajos con amianto* o que permanecen en instalaciones en las que se degradan los MCA. Para ello, se recomienda un esquema de gestión segura global adoptando un conjunto de acciones preventivas denominado “*gestión segura de amianto*” (más información en las NTP 1195 y 1196), cuyas etapas y herramientas de planificación se resumen en la figura 1 y que deberán adaptarse en función de cada situación y escenario concretos, con el fin alcanzar el objetivo “*cero exposiciones pasivas*”.

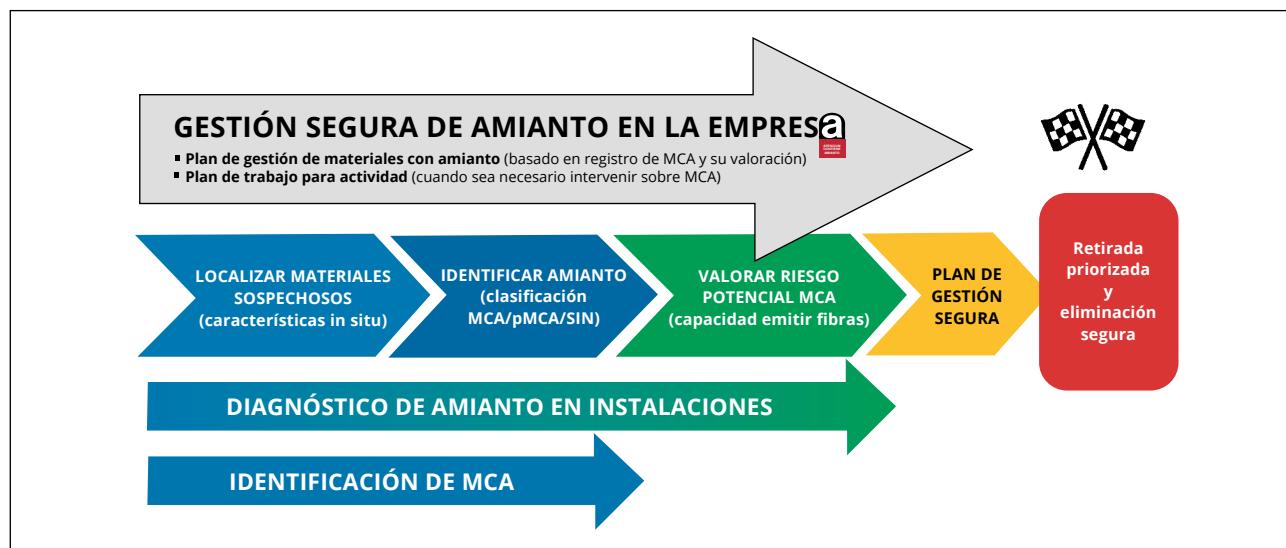


Figura 1. La gestión segura de amianto en la empresa: etapas y herramientas de planificación.

Es especialmente necesario proteger a los trabajadores que realizan actividades de construcción y/o mantenimiento de edificaciones e instalaciones anteriores a 2002 y a otros profesionales con elevada probabilidad de encontrar y alterar los MCA durante su actividad; para ello, es relevante tanto su capacitación para actuar de forma segura, como la adopción de las medidas preventivas necesarias y los protocolos de actuación ante posibles incidentes. Además, el deterioro o perturbación de los MCA puede exponer a otras personas presentes en las proximidades del foco emisor o, posteriormente, afectar a aquellas otras que permanecerán en zonas contaminadas, incluidos ocupantes de edificios y población en general.

Caso 1: Manipulación y retirada de MCA en un lugar de trabajo.

Por diversos motivos puede ser necesario retirar, o imprescindible manipular, uno o varios MCA presentes en una zona o elemento del lugar de trabajo, en particular debido a que:

- haya/n alcanzado el fin de su vida útil³;

³ Se deberá retirar cualquier MCA que haya finalizado su vida útil desde un punto de vista técnico-preventivo, es decir, que ya no realice su función o emita fibras al ambiente pudiendo causar daños a la salud de trabajadores y ciudadanos.

- se haya programado su retirada en el plan de gestión segura de amianto⁴ de la empresa;
- por su estado implique un riesgo para la salud al emitir sus fibras al ambiente (por deterioro o alteración);
- se deban retirar todos los MCA antes de obras y reformas que alteren elementos constructivos;
- resulte imprescindible actuar sobre algún MCA para poder hacer otro trabajo de reparación o mantenimiento (por ejemplo, perforar y/o cortar una tubería de amianto-cemento para reparar una avería en la red de distribución de agua);
- se aproveche para retirar un MCA en momentos y/o actividades de mantenimiento, reparaciones, etc.;
- se haya producido un incidente de liberación de fibras y es necesario eliminar restos de amianto y descontaminar el espacio afectado;
- sea urgente retirar y eliminar amianto tras un desastre natural o un incendio; etc.

Lógicamente, una intervención *intencionada* sobre los MCA afectados, conforme al RD 396/2006, implica una inversión de recursos y, en muchas ocasiones, paralizar o alterar la actividad habitual de la empresa en la zona afectada, por lo que requerirá una planificación cuidadosa. Para ello, el empresario titular/responsable de la instalación o edificio necesita, como punto de partida, disponer de información fiable sobre los MCA y su estado, recogida en el *registro de MCA* de la empresa (cuyo contenido recomendado se recoge en la figura 2).

Registro de MCA (ejemplo)
Localización
Zonas no inspeccionadas (pMCA)
Tipo de MCA (fibras fuerte/débilmente ligadas)
Variedad de amianto (crisotilo / anfíboles)
Extensión (área, longitud, espesor, volumen)
Estado de conservación / daños
Accesibilidad (perturbación/interacción con MCA)
Tratamiento superficial
Presencia confirmada/presunción
Descripción, fotos, análisis, informes, etc.

Figura 2. Contenido orientativo del registro de amianto.

En función del resultado de la *valoración del riesgo potencial* asociado a cada uno de los MCA identificados (o realizada la presunción de que contienen amianto) en el lugar de trabajo y del análisis conjunto de los riesgos que implicarían las distintas estrategias u opciones para gestionarlos, se elaborará el *plan de gestión de amianto de la empresa* (descrito en la NTP 1196), que incluirá, entre otros elementos, las acciones de respuesta (opciones de gestión) adoptadas para cada MCA y el conjunto de actuaciones preventivas planificadas (responsables, plazos de ejecución, etc.), en particular un programa de *retirada priorizada* y otro de *monitorización periódica* de su estado hasta su eliminación. Otros elementos importantes son los mecanismos para comunicar la información a quien la precise para protegerse en cada momento y situación, y los protocolos ante incidentes de liberación de fibras. Este plan de gestión de MCA será específico para cada lugar de trabajo y se integrará en el *Plan de prevención de riesgos laborales de la empresa*, variando su contenido y complejidad en función de las instalaciones y la actividad de la empresa (por ejemplo, para un centro educativo generalmente será más sencillo que en el caso de un hospital o una central térmica).

Una vez se ha decidido retirar uno o varios MCA, o cuando sea imprescindible intervenir sobre ellos porque no hay otra alternativa más segura, el instrumento de planificación para una “actividad con amianto” es el *plan de trabajo*, regulado en el artículo 11 del citado RD 396/2006. El plan de trabajo (PT) es el documento en el que se describe de forma pormenorizada la acción que se pretende ejecutar, la metodología a seguir y las medidas de prevención y protección técnicas y organizativas necesarias para que el trabajo con amianto se realice en condiciones de mínima exposición, con el fin de preservar la seguridad y salud tanto de las personas trabajadoras como de aquellas que se puedan ver afectadas por el mismo. El empresario o empresaria que va a ejecutar los trabajos es responsable de la elaboración del PT y de que este se aplique posteriormente con fidelidad.

Frecuentemente, el titular contratará a una empresa especializada para la planificación y ejecución de dichos trabajos con amianto. La selección de una empresa que haya demostrado su capacitación técnica es importante, y se facilitará en el futuro como consecuencia de la modificación (por la Directiva 2023/2006) del artículo 15 de la [Directiva 2009/148/CE](#) que obliga a las empresas que tengan intención de efectuar obras de demolición o retirada de amianto a obtener un permiso de la autoridad competente antes de comenzar las obras y, además, se deberá publicar la lista de las empresas que hayan obtenido dicho permiso.

Se incluyen a continuación una serie de recomendaciones centradas en evitar las *exposiciones pasivas* que pueden afectar a terceras personas que no intervienen directamente en los trabajos con amianto.

En todo caso, es indispensable una planificación cuidadosa de cada una de las tres fases de cualquier trabajo con amianto: 1) preparación, 2) intervención sobre MCA y 3) descontaminación-verificación final. En la figura 3 se muestra un esquema con la secuencia de operaciones y verificaciones.

⁴ Dicho plan de gestión incluye un programa de retirada progresiva de MCA en función del nivel de riesgo potencial asociado a su presencia.

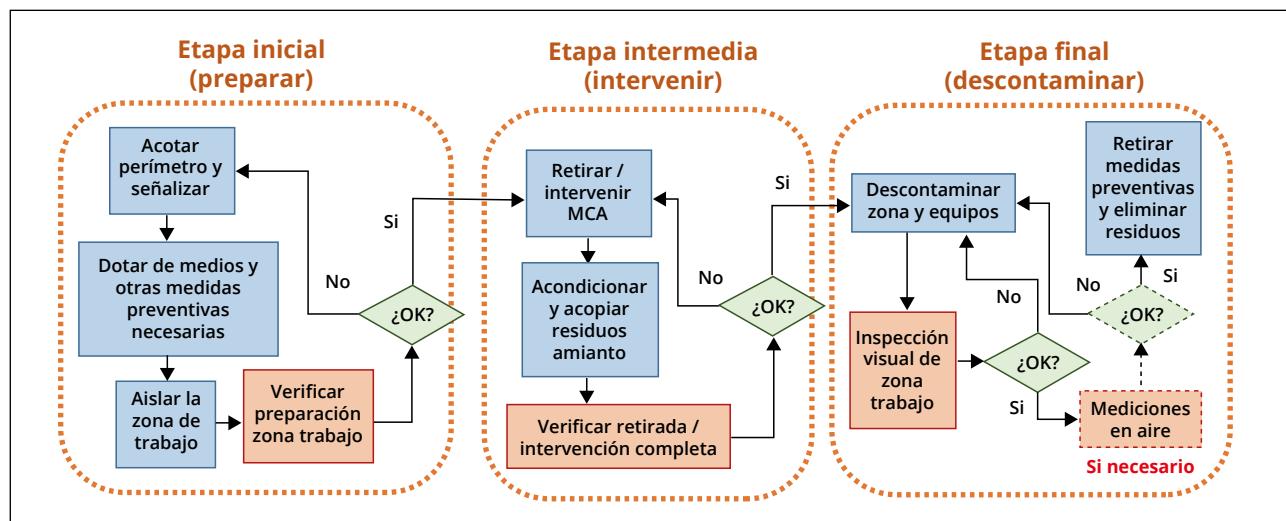


Figura 3. Etapas y secuencia de operaciones de una actividad con amianto.

a) Planificación del trabajo con amianto y etapa de preparación (inicial)

En obras de reforma, rehabilitación o desmantelamiento es clave planificar los trabajos con amianto desde la fase de diseño, partiendo de una identificación de amianto fiable y suficiente, que evite la problemática de encontrar y perturbar accidentalmente MCA no identificados previamente y que permita, además, estimar y gestionar el residuo peligroso que se generará.

Así mismo, debe determinarse cómo y quién preparará la zona de trabajo (retirando equipos móviles, protegiendo los elementos fijos con láminas de plástico, manteniendo los locales desocupados, etc.) con el fin de posibilitar la eficaz descontaminación final de todas las superficies y equipos; también se deben establecer los cauces de coordinación de actividades empresariales (CAE) que sean necesarios para evitar actividades incompatibles y la presencia de personas no autorizadas.

b) Ejecución dentro de la zona de trabajo aislada y con acceso restringido (intervención)

La ejecución no debe desviarse del PT, siguiendo los *procedimientos de trabajo seguros* aprobados por la autoridad laboral, que deben incluir las medidas para evitar exposiciones accidentales de terceras personas que puedan verse afectadas. En particular, aislando eficazmente la zona de trabajo, restringiendo el acceso a las personas no autorizadas y evitando la dispersión

de polvo fuera de la zona de trabajo. En caso de determinadas actividades de mayor riesgo (artículo 10.1 del RD 396/2006), será necesario trabajar bajo un *confinamiento dinámico*, que aísla y mantenga la zona de trabajo con amianto en depresión respecto al exterior (más información en NTP 953).

Las actividades de otros trabajadores y, en su caso, de otras empresas y/o personas trabajadoras por cuenta propia contratadas, no deben interferir con los trabajos con amianto ni implicar riesgo de exposición accidental, siendo esencial una CAE eficaz.

c) Etapa de descontaminación y verificación final

Una vez finalizados los trabajos, es recomendable haber previsto que se aporte evidencia documental de la retirada completa de los MCA según el PT y su eliminación como residuo peligroso (asegurando la trazabilidad y conforme a la normativa ambiental), así como de que la descontaminación final de la zona intervenida ha sido satisfactoria, antes de reanudar otras actividades. Esta *verificación final* (cuyos pasos se recogen en la figura 4) debe incluir como mínimo una *inspección visual* minuciosa de la zona intervenida y, en caso necesario (en particular, cuando se requiere un *confinamiento dinámico* en determinadas actividades incluidas en el citado artículo 10.1), *mediciones en aire* del índice de descontaminación (que es el valor máximo admisible después de un trabajo con amianto), con el fin de asegurarse (conforme al artículo 11.1(b)) de que no existen riesgos de exposición al amianto tras la intervención.



Figura 4. Pasos de la etapa final de una actividad con amianto.

Todo ello, además de proteger la salud pública y laboral, evitará retrasos e incremento de costes (ya que, hasta que la verificación final no sea satisfactoria, habrá que realizar nuevos ciclos de descontaminación y se mantendrán las medidas preventivas), así como posibles pérdidas económicas (todo elemento que no sea posible descontaminar deberá eliminarse como residuo peligroso con amianto).

Caso 2: Trabajos “en proximidad de MCA” para el mantenimiento de una instalación o edificio

En este caso no hay intención de manipular amianto, pero es imprescindible realizar determinadas actividades de mantenimiento en zonas, estructuras o equipos donde hay presencia de MCA que podrían ser perturbados o dañados como consecuencia de dichas operaciones y, por ello, implican un riesgo de exposición al amianto que es necesario evitar y, si esto no fuese posible, controlar.

Para ello, en primer lugar, es imprescindible disponer previamente de información fiable sobre la localización y características de los MCA presentes en la zona a intervenir para poder planificar y ejecutar los trabajos “en proximidad” sin perturbarlos. Por ejemplo, desviando el recorrido para instalar o pasar un cableado para evitar cualquier contacto o alteración de un MCA presente.

La [Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto](#) y la NTP 1195 explican las metodologías para localizar e identificar amianto en lugares de trabajo distinguiendo 2 tipos de inspección de amianto en instalaciones (cuyas características se resumen en la figura 5) en función del objetivo del diagnóstico de amianto: una para la gestión segura de los MCA durante la actividad habitual de la empresa (tipo 1) y otra para cuando se vayan a aplicar técnicas de demolición⁵ (tipo 2). La Norma UNE 171370-2:2021 *Amianto. Parte 2: Localización y diagnóstico de amianto*, establece un procedimiento normalizado para las inspecciones de amianto con el fin de determinar la presencia de MCA y su estado en edificios y distintos tipos de instalaciones (ferroviarias, industriales, buques) que puede ser considerado como referencia a la hora de realizar las tareas de localización e identificación de los MCA.

Diagnóstico (estudio de identificación de amianto)	 Tipo 1. Gestión	 Tipo 2. Demolición
Objetivo	Identificar y valorar MCA para gestión del riesgo (actividad habitual de la empresa).	Identificar MCA para su retirada previa antes de obras que alteren elementos constructivos y materiales.
Alcance y nivel de intrusión	Como mínimo aquellos MCA “ accesibles y no confinados ”. Procedimientos no destructivos .	Todos los materiales en zonas afectadas. Sin restricción de acceso, técnicas destructivas.

Figura 5. Tipos de diagnóstico (estudios de identificación) de amianto en los lugares de trabajo.

El objetivo, alcance y nivel de intrusión de estos 2 tipos de estudios de identificación son claramente diferentes. Por ello, los diagnósticos de tipo 1, cuyo objetivo es la gestión segura de MCA, tienen un alcance que se limita

a aquellos MCA que pueden suponer un riesgo para las personas trabajadoras, esto es, se identifican aquellos materiales accesibles y no confinados, hay restricciones de acceso y no se permiten técnicas destructivas. Es importante tener en cuenta que los resultados de un diagnóstico tipo 1 (de gestión) no serán suficientes para cumplir la obligación de retirada previa antes de aplicar técnicas de demolición, en cuyo caso será necesario un diagnóstico tipo 2 cuyo alcance se extiende a todos los MCA del perímetro de la inspección y permite un mayor nivel de intrusión (no hay restricción de acceso y permite técnicas destructivas).

En este sentido, para estos trabajos *en proximidad de MCA* será suficiente un diagnóstico de tipo 1, salvo que haya que alterar elementos constructivos (estos casos se tratan en siguientes apartados) y será necesario seguir *procedimientos de trabajo seguros* que incorporen las medidas preventivas necesarias para evitar exposiciones accidentales: acciones de CAE en caso de concurrencia de actividades, información y formación de las personas trabajadoras, señalización de zonas y MCA, aislamiento de la zona de trabajo y restricciones de acceso (por ejemplo, permisos de trabajo), operaciones prohibidas, actuación ante incidentes, etc.

Podemos citar como ejemplos de trabajos “en proximidad” de MCA⁶:

- tareas de mantenimiento en una instalación industrial con aislamientos de amianto (fibrocemento en torres de refrigeración de agua en procesos, calderas y conducciones calorifugadas, etc.),
- reparación del sistema de calefacción en un edificio de viviendas,
- instalación o reparación eléctrica en un centro educativo,
- mantenimiento de maquinaria industrial/agrícola,
- instalación de fibra óptica en una oficina,
- reparación o mantenimiento de un ascensor,
- obras para dotar de accesibilidad un centro sanitario con suelos de amianto-vinilo,
- reparaciones en un edificio de pública concurrencia con falsos techos con amianto,
- instalación de una antena en la cubierta de un polideportivo, etc.

Caso 3: Obras de construcción con amianto

Los riesgos asociados al amianto en obras de construcción merecen una consideración especial, dado el marco legal y las características propias del sector (en particular, trabajos en altura, estructuras soterradas, condiciones climáticas adversas, elevada subcontratación, etc.), que requieren acciones preventivas específicas para proteger a los y las profesionales que participan en obras con presencia conocida o probable de MCA (por ejemplo, una cubierta de fibrocemento, bajantes, cumbreñas, paneles de aislamiento térmico y acústico, falsos techos, pavimentos de amianto-vinilo, proyectados ignífugos, morteros y masillas con amianto, cartón amianto en cuadros eléctricos, etc.). En este sentido, la UE prevé la renovación de 35 millones de unidades de edificios a más tardar en 2030 y la creación de puestos de trabajo en el sector de la construcción, por ello, una generación de trabajadores de este sector tendrá un mayor riesgo de exposición al

⁵ Los aspectos específicos de obras de demolición se tratan en el caso 4.

⁶ En caso de que fuese inevitable manipular los MCA, se trataría de situaciones descritas en el caso 1.

amianto. En algunos países europeos, se requiere una certificación para las empresas de construcción que trabajan con amianto.⁷

Antes de cualquier trabajo de demolición, mantenimiento o rehabilitación en instalaciones/locales anteriores a 2002, la Directiva 2009/148/CE establece, en su artículo 11 (modificado por la Directiva 2023/2668), que los empresarios adoptarán todas las medidas necesarias para identificar los materiales que supuestamente contienen amianto, en particular, recabando información de los propietarios de los locales, de otros empresarios y de otras fuentes, incluidos los registros pertinentes. Si no se dispone de dicha información, los empresarios garantizarán un examen de la presencia de MCA por un *operador cualificado* y obtendrán el resultado de dicho examen antes del inicio del trabajo. Los empresarios pondrán a disposición de otros empresarios, previa solicitud y únicamente a efectos del cumplimiento de esta obligación, cualquier información obtenida en el contexto de dicho examen.

En España, el período de máxima utilización del amianto en materiales de construcción fue el comprendido entre los años 1960 y 1984; por tanto, la mayoría ya habrá finalizado su vida útil (estimada en 30-50 años desde su fabricación) y habrá que retirarlos conforme al RD 396/2006. Asimismo, muchos de los edificios que necesitan mejorar su eficiencia energética son anteriores a la prohibición del amianto⁸. Por otro lado, es previsible un incremento de actividades u operaciones que puedan perturbar los MCA presentes en edificaciones e infraestructuras envejecidas, de todo tipo y titularidad (reparaciones, reformas, desmantelamiento, etc.), cuya finalidad no es intervenir sobre los MCA, pero requiere identificarlos previamente.

La obligación específica de identificar MCA antes de la obra, conforme al artículo 10.2 del RD 396/2006, pude requerir un estudio o diagnóstico de amianto específico (tipo 2) con el alcance y metodologías adecuadas, no siendo suficiente lo recogido en el *registro de MCA* de la empresa (más información en la NTP 1196). Además, cuando la obra requiera de proyecto, dicha identificación debe quedar reflejada en el *estudio de seguridad y salud* (ESS), o en el estudio básico de SS, al que se refiere la normativa específica de SST en construcción (en particular, [Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción](#)).

Por otro lado, en relación con los residuos con amianto, la [Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular](#) refuerza y complementa, con algunas directrices más actualiza-

das de carácter europeo (concretamente su artículo 30, relativo a RCD, que obliga a retirar, sin mezclar, y manejar de manera segura sustancias peligrosas, en particular, el amianto), el [Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición](#) (RCD), estableciendo que en obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, el *estudio de gestión de residuos* debe incluir un *inventario de los residuos peligrosos* que se generarán (incluido el amianto), así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su transporte y eliminación por gestores autorizados. Se evitirá en todo caso la entrada de residuos con amianto en procesos de trituración para la obtención de áridos. Por lo tanto, se incluirá en el proyecto un *estudio de gestión de residuos* en el que se indicarán las estimaciones de cantidades que se prevé generar de residuos con amianto, indicando los posibles destinos de estos residuos. En el caso de obras sin proyecto, también se deberá realizar esta estimación, en aplicación del artículo 30.3 de la Ley 7/2022.

Por tanto, la elaboración del *Estudio de Seguridad y Salud* (ESS) y del *Estudio de Gestión de Residuos* requiere conocer con anterioridad la localización, características y cantidades de MCA presentes en la obra, y los profesionales que intervienen (contratistas y subcontratistas, autónomos, dirección facultativa, modalidad preventiva de la empresa -servicio de prevención-, coordinadores de seguridad y salud, recursos preventivos, etc.) necesitan disponer de información fiable y comprensible para proteger frente al riesgo por amianto.

En edificaciones o infraestructuras con amianto, muchas veces, deconstruir es mucho más complejo que construir, y es clave que los contratistas establezcan las medidas preventivas específicas necesarias en sus planes de seguridad y salud (PSS) teniendo en cuenta la presencia de amianto detallada en el ESS. Se recomienda anexar el *plan de trabajo con amianto* al PSS o, en su caso, al *Documento de gestión preventiva en obra* (sin proyecto)⁹. En todo caso, los empresarios que contraten o subcontraten con otros la realización de los trabajos comprendidos en el ámbito del RD 396/2006 deberán comprobar que dichos contratistas o subcontratistas cuentan con el correspondiente plan de trabajo (artículo 11.5).

En la *figura 6* se muestra cómo se integraría la gestión de un trabajo con amianto (retirada y/o manipulación de MCA) en una obra de construcción, situando la *identificación previa* y el *plan de trabajo* en las fases de diseño y planificación, respectivamente.

⁷ [EFBWW trade union guide on using Asbestos Registries](#) 2018.

⁸ [Dictamen del Comité Económico y Social Europeo \(CESE\) sobre “Trabajo con amianto en la renovación energética”](#).

⁹ [Seguridad laboral en obras de construcción menores \(sin proyecto\)](#) (INSST, 2017).



Figura 6¹⁰. Amianto en obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma.

En el caso de intervenciones sobre cubiertas frágiles de amianto-cemento, hay que tener en cuenta también el riesgo de caída de altura¹¹, y recordar que, tanto en actividades que requieran transitar sobre ellas o realizar trabajos en su proximidad (por ejemplo, para reparar una antena, mantenimiento de la climatización u otras instalaciones, mejorar el aislamiento térmico, etc.) como en otras operaciones de mantenimiento o reparación que impliquen actuar directamente sobre las placas de amianto-cemento, es de aplicación el RD 396/2006 al existir un riesgo de exposición. En todo caso, se priorizará la retirada de amianto evitando tanto el doblaje¹² de una cubierta de amianto-cemento (sobrecubierta) como montar una instalación fotovoltaica/solar sobre dichas cubiertas de amianto-cemento¹³.

Finalmente, Directiva 2009/148/CE establece en su artículo 10.1 (modificado por la Directiva 2023/2668), que “si existen motivos para pensar que se han alterado, hasta el punto de generar polvo, materiales que contienen amianto no identificados antes del comienzo del trabajo, el trabajo cesará inmediatamente. Así mismo, dado que

según el artículo 7(c) del RD 396/2006 “no podrá proseguirse el trabajo en la zona afectada hasta que no se tomen medidas adecuadas para la protección de los trabajadores implicados. Posteriormente, se comprobará la eficacia de dichas medidas mediante una nueva evaluación del riesgo”, cabe destacar que abordar el riesgo de exposición al amianto desde la *fase de diseño* en obras de reforma, rehabilitación o desmantelamiento, además de proteger la salud pública y laboral, evitará paradas, retrasos e incremento de costes que podrían derivarse de una paralización de la obra hasta tomar medidas, así como posibles responsabilidades por incumplimientos legales y daños a personas.

Caso 4: Demolición total o parcial en un edificio o instalación anterior a 2002

Las técnicas de demolición son, en general, agresivas y pueden producir cantidades importantes de polvo como consecuencia de la disagregación y rotura de los materiales y, además, se requiere separar los residuos de construcción y demolición (RCD) con amianto y gestionarlos conforme a la normativa ambiental aplicable.

Es imprescindible una correcta planificación de las actuaciones -incluida la CAE- para demoler total o parcialmente un edificio, infraestructura o instalación con amianto. Además de lo ya expuesto en los casos anteriores, el artículo 11.1.a) del RD 396/2006 establece, adicionalmente, la obligación específica de que el amianto, o los materiales que lo contengan, sean eliminados antes de aplicar técnicas de demolición, salvo en el caso de que dicha eliminación cause un riesgo aún mayor a los

¹⁰ El Registro de Empresas con Riesgo por Amianto (RERA) es condición necesaria pero no suficiente para trabajar con amianto.

¹¹ [INFORME TRABAJOS DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO EN CUBIERTAS de la CNSST](#).

¹² Cubrir una antigua cubierta de amianto-cemento superponiendo sobre la misma una segunda cubierta (metálica o de otros materiales).

¹³ [Análisis sobre el doblaje de cubiertas de amianto-cemento en España](#) (INSST, 2018).

trabajadores que si los MCA se dejaran *in situ*. Esto último podría suceder, por ejemplo, en caso de incendio u otros siniestros, declaración de ruina, etc., debiendo justificarse y facilitar información sobre la localización de todos los MCA a la empresa de demolición que la ejecutará aplicando el RD 396/2006.

Para el cumplimiento de este deber de retirada previa es necesario identificar antes todos los MCA sin restricción de acceso, pudiendo utilizarse técnicas destructivas (inspección o diagnóstico para demolición o tipo 2). Finalmente, hay que subrayar la importancia de articular una buena coordinación entre las empresas que ejecutan el desamiantado y la posterior demolición.

Caso 5: Actividades con alta probabilidad de encontrar inesperadamente amianto.

En este caso, se trata de determinadas actividades profesionales, en las que frecuentemente suelen estar implicadas PYME o personas trabajadoras por cuenta propia, que, por su naturaleza y lugar de ejecución, presentan una elevada probabilidad de encontrar MCA y perturbarlos de forma que puedan liberar las fibras de amianto que contienen al ambiente y provocar una contaminación prolongada de los recintos o locales. En la figura 7 se incluye un listado no exhaustivo de profesionales que pueden encontrarse amianto repentinamente.

Electricistas.
Fontaneros.
Carpinteros.
Pintores.
Decoradores.
Albañiles.
Yesistas.
Techadores.
Antenistas.
Ascensoristas.
Técnicos de calefacción y climatización.
Instaladores de gas, alarmas y sistemas de protección contra incendios.
Mantenimiento.
Bomberos.
Profesionales de emergencias.
Gestión de residuos.
Rehabilitación y reformas.
Demoliciones.
Renovación energética.
Desguace de buques.
Desmantelamiento industrial.
Inspectores de edificios e instalaciones, técnicos de prevención, etc.

Figura 7. Listado no exhaustivo de profesionales con riesgo de exposición “accidental” al amianto.

Dado que no es infrecuente que estos profesionales accedan y ejecuten sus actividades en recintos en los que no hay información sobre el amianto presente, o bien no están identificados y gestionados todos los MCA, la probabilidad de que encuentren MCA inesperadamente es elevada, por lo que es necesario proteger a este colectivo de trabajadores. Más información en la NTP 1217 Exposiciones pasivas al amianto (parte I): Características, problemática y orientaciones.

3. ALGUNOS RETOS Y OPORTUNIDADES

Actualmente, es necesario considerar algunos retos y oportunidades en la gestión del riesgo de exposición al amianto teniendo en cuenta las actuaciones vinculadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3, 8, 11, 13 y 15) y al objetivo de retirada del amianto de todos los edificios públicos antes de 2028 y del conjunto de la UE en 2032. Así mismo, la *Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo (EESST) 2023-2027* contempla actuaciones relacionadas con la prevención frente al riesgo por amianto dentro de varias de sus líneas de actuación.

Entre estos retos, a nivel europeo, el preámbulo de la Directiva 2023/2668 señala la necesidad de evitar también determinados tipos de exposición al amianto no derivados de su manipulación directa, como las *exposiciones pasivas*¹⁴ (sobre las que se centra esta NTP) y también las exposiciones de “segundo grado” en las que las personas están expuestas a fibras de amianto llevadas a sus hogares (principalmente en su ropa o pelo) por personas expuestas en su trabajo, lo que [tradicionalmente] supone un riesgo especial para las mujeres [familias]. En este sentido, los requisitos de seguridad y salud laboral son medios importantes para evitar este tipo de exposición.

Por otra parte, la distribución de actividades en función del género es relevante para el seguimiento, diagnóstico, tratamiento y reconocimiento de las enfermedades relacionadas con el amianto que, en general, se asocian a entornos laborales masculinizados del sector industrial y de la construcción. También se tiene constancia de exposiciones pasadas de mujeres en actividades feminizadas¹⁵. Por otro lado, se actualiza el anexo I de la Directiva 2009/148/CE incorporando, entre otras enfermedades que puede provocar la exposición al amianto, el cáncer de ovario, no incluido (tampoco el cáncer gastrointestinal) en nuestro cuadro de enfermedades profesionales del sistema de la Seguridad Social¹⁶ a fecha de publicación de esta NTP. En todo caso, actualmente es necesario proteger a todos los trabajadores integrando la perspectiva de género en la actuación preventiva frente a este riesgo.

Por otro lado, la Ley 7/2022 sobre residuos, ofrece una oportunidad para abordar el riesgo del amianto en España con un enfoque global y proactivo, dado que, entre otras obligaciones, refuerza las relativas a residuos

¹⁴ Más información sobre las exposiciones pasivas en la NTP 1217.

¹⁵ GONZALEZ GOMEZ, María Fernanda. *Actividades feminizadas y el amianto: los hallazgos “casuales”*. Med. segur. trab. [online]. 2011, vol.57, n.223 [citado 2025-04-08], pp.106-110. ISSN 1989-7790.

¹⁶ RD 1299/2006, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

de construcción y demolición con amianto (artículo 30), siendo esencial su correcta gestión (demolición selectiva, evitar su mezcla con otros y vertidos incontrolados, etc.) y cuya eliminación final (actualmente, depósito en vertedero) plantea retos de capacidad, coste y riesgos futuros. Por otra parte, cabe resaltar que establece que los ayuntamientos elaborarán un censo de instalaciones y emplazamientos con amianto incluyendo un calendario que planifique su retirada (*ambos de carácter público*), que serán remitidos a las autoridades sanitarias, medioambientales y laborales competentes de las comunidades autónomas, las cuales deberán inspeccionar para verificar, respectivamente, que se han retirado y enviado a un gestor autorizado. Esa retirada priorizará las instalaciones y emplazamientos atendiendo a su grado de peligrosidad y exposición a la población más vulnerable. En todo caso las instalaciones o emplazamientos de carácter público con mayor riesgo deberán estar gestionadas¹⁷ antes de 2028 (disposición adicional

decimocuarta). Además, estos censos municipales pueden ser una herramienta preventiva muy potente para proteger al colectivo de trabajadores de emergencias que actúan en catástrofes naturales o accidentes en los que se han dañado MCA (en particular incendios, explosiones, inundaciones, terremotos, tormentas, etc.) o cuando es urgente actuar sobre elementos que contienen amianto, por ejemplo, en el rescate de personas en estructuras con amianto por parte de los bomberos.

Finalmente, y sin perjuicio de otras obligaciones del empresario, en particular, la de identificar MCA y proporcionar información a quien la precise para trabajar de forma segura, el artículo 14 de la Directiva 2009/140/CE (modificado por la Directiva 2023/2668) introduce una serie de requisitos mínimos (contenido, duración, frecuencia, formadores, certificados) para la formación de todos los trabajadores que estén o puedan estar expuestos a polvo (fibras) de amianto, añadiendo algunos específicos para los trabajadores de empresas especializadas en la retirada de amianto. Esto ayudará a mejorar también la capacitación de aquellos trabajadores con mayor probabilidad de encontrar MCA en su actividad para reconocer situaciones de riesgo y actuar de forma segura, para proteger su salud y la de otras personas.

¹⁷ Tener los MCA gestionados en una instalación no implica necesariamente haberlos retirado.

BIBLIOGRAFÍA

- [Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto](#) (INSST, 2022).
- [Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las obras de construcción](#) (INSST, 2019).
- [UNE 171370-2: 2021 Amianto. Parte 2: Localización y diagnóstico de amianto.](#)
- [Análisis sobre el doblaje de cubiertas de amianto-cemento en España: propuestas de actuación preventiva](#) (INSST, 2018).
- [El amianto y la responsabilidad en la detección](#) (Lara Trujillo, Noticias CAAT 2011).
- [PRL en trabajos que pueden exposición amianto en construcción](#) (FLC, 2019).
- [NTP 1195 Amianto: Gestión y diagnóstico \(parte I\): Esquema general de actuación preventiva y gestión segura de MCA en lugares de trabajo.](#)
- [NTP 1196 Amianto: Gestión y diagnóstico \(parte II\): Proceso de diagnóstico y plan de gestión de materiales con amianto.](#)
- [NTP 1217 Amianto. Exposiciones pasivas \(parte I\): Características, problemática y orientaciones.](#)
- [Amianto: situación y retos en relación con el riesgo emergente para trabajadores de la construcción por la ola de renovación energética en la UE](#) (II Simposio de Higiene Industrial 2022).
- Amianto: Retos y buenas prácticas para gestión de redes de distribución de agua de fibrocemento en el contexto del pacto verde europeo (V Congreso Internacional de seguridad y salud en el trabajo OSALAN 2023).
- [Hacia una Correcta Finalización de Trabajos con Amianto en España para Evitar Exposiciones Pasivas: La Descontaminación Final y su Verificación](#). María Domínguez Dalda et al, 2024. Póster presentado en el III Simposio de Higiene Industrial.
- Folletos divulgativos. [Amianto: un enemigo oculto. No seas “un blanco fácil”](#) (2021); Amianto: [Un enemigo oculto. Localiza e identifica MCA para situarlos en el ‘mapa seguro’ de tu empresa](#) (2022) y [Amianto, riesgo emergente en \[de\]construcción: un enemigo oculto](#) (2024).



Voz y trabajo: recomendaciones para la vigilancia de la salud específica.

Voix et travail : recommandations pour la surveillance médicale.
Working voice: medical surveillance recommendations.

Autor:

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

Elaborado por:

Mª Dolores Solé Gómez.

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO (INSST)

Componentes del Grupo de voz del INSST:

Marisa Bonmatí Guidonet.

Maricè Miranda Royo.

Carme Riu Riu.

Lydia Sañudo Blanco.

DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA

Dulce Puget Bosch.

ASEPEYO

Belén Serrano Muñiz.

CONSORCI SANITARI INTEGRAL

Josep Maria Vila-Rovira.

UNIVERSITAT RAMON LLULL - BARCELONA

Lluc Bosque Conde.

GRUP EVES - UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Esta NTP forma parte de una serie de NTP dedicadas a las disfonías de origen laboral. En ella se proponen unas recomendaciones para el establecimiento del programa de vigilancia de la salud de las personas expuestas a sobresfuerzo vocal en el desempeño de su trabajo. Sus destinatarios son principalmente los profesionales sanitarios especialistas en Medicina y Enfermería del Trabajo de los servicios de prevención de riesgos laborales. Dichas recomendaciones deberían considerarse complementarias al protocolo que en su caso pueda determinarse por el Ministerio de Sanidad.

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 vigilancia de la salud es una tarea esencial en la prevención de riesgos laborales y una función nuclear de los profesionales sanitarios de los servicios de prevención. Su desarrollo incluye la elaboración del protocolo específico de vigilancia de la salud para las personas trabajadoras que tutela en función de los riesgos detectados y las características personales de las mismas. Ese protocolo debería responder, como mínimo, a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la población diana?
- ¿Con qué frecuencia se han de aplicar?
- ¿En qué va a consistir?
- ¿Cuáles van a ser los criterios de sospecha o diagnósticos?
- ¿Qué herramientas se van a utilizar?
- ¿Qué indicadores permitirán evaluar las acciones preventivas?

Esta NTP pretende dar respuesta a estas cuestiones para facilitar el seguimiento de las alteraciones de voz

en las personas que utilizan la voz como herramienta de trabajo y que la literatura científica especializada cifra en un 30% de la población laboral. Algunos colectivos de usuarios profesionales de la voz son fácilmente identificables, como las personas profesionales del canto, la actuación, la radio y la docencia, así como el personal de empresas teleoperadoras. Pero hay un gran número de profesiones en las que la voz también juega un papel instrumental imprescindible para el desempeño laboral: agentes comerciales, sacerdotes, recepcionistas y servicios de atención al cliente (tiendas, oficinas...), abogados y abogadas, jueces y juezas, profesionales sanitarios en general, psicólogas y psicólogos, consejeras y consejeros, militares, policías, supervisores de obras, bomberos y bomberas, monitores y monitoras deportivos, etc., a los cuales, habitualmente, no se considera usuarios profesionales de la voz.

De todas las patologías que pueden derivar de un sobresfuerzo vocal, tan solo los nódulos de cuerdas vocales han sido reconocidos como enfermedad profesional por [Real Decreto 1299/2006](#), de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en

el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Este RD no incluye lesiones como pólipos, edemas, hemorragias, disfonías tensionales o agravamiento de lesiones crónicas cuyo origen puede ser laboral y cuyo síntoma común es la disfonía.

2. DISFONÍA Y SOBRESFUERZO VOCAL: CONCEPTOS BÁSICOS

La disfonía es una alteración de los parámetros básicos de la voz (altura, timbre e intensidad) que puede afectar la vida social y profesional dependiendo de las necesidades vocales de la persona. Esta alteración puede ser aguda o crónica:

- **DISFONÍA AGUDA.** La causa más frecuente es la infección de vías respiratorias altas y, más raramente, los esfuerzos vocales puntuales, los traumatismos de cuello y las situaciones de estrés agudo. Esta disfonía acostumbra a ceder con el tratamiento sintomático y reposo vocal en 7-14 días.
- **DISFONÍA CRÓNICA.** Es aquella disfonía que se suele presentar aisladamente, sin un contexto infeccioso

previo, dura más de dos o tres semanas y, aunque la principal causa de aparición sea el sobresfuerzo vocal, se debe tener presente que puede ser signo de enfermedad oncológica o neurológica.

La disfonía es un síntoma y, para abordarla con eficacia, se deben establecer las causas que la han generado. La mayoría de las veces, en el caso de la disfonía crónica, su origen es multifactorial e incluye aspectos relacionados con el mal uso vocal, aspectos psicoemocionales o sistémicos, enfermedad oncológica y autoinmune, etc. así como respuesta a factores irritantes o tratamientos farmacológicos, como antihipertensivos o antihistamínicos (véase tabla 1). Para más información sobre este tema se recomienda consultar la “[Guía clínica para el abordaje de la disfonía crónica en medicina primaria y medicina del trabajo](#)”.

Finalmente, hay que tener presente que, en numerosas ocasiones, aparecen disfonías sin lesiones orgánicas. Estas disfonías suelen tener un origen tensional muscular, tanto laríngeo como extralaríngeo. Si no se corrige este problema, con toda probabilidad será causa de lesiones orgánicas posteriores.

CAUSAS	EJEMPLOS
Sobresfuerzo vocal	Nódulos, pólipos, edemas, hemorragias cordales, seudoquistes.
Lesiones congénitas	Quistes epidérmicos, sulcus de cuerda vocal, vergetures, microsinequia anterior.
Enfermedad neurológica	Parálisis laríngeas, parkinson, esclerosis lateral amiotrófica, miastenia gravis, disfonía espástica, esclerosis múltiple.
Enfermedad sistémica	Hipotiroidismo, alergia, reflujo faringolaringeo, artritis: afectación de la articulación cricoaritenoidea.
Neoplasia y lesión preneoplásica	Displasia laríngea, carcinoma laríngeo, papilomatosis laríngea.
Inflamación/lesión/irritación	Traumas por intubación, afección de vías respiratorias altas, lesión del nervio recurrente, inhalación de irritantes, quistes de retención.
Disfonía psicógena	Estrés emocional, tensión muscular.
Medicación	Corticoides inhalados, broncodilatadores, antidepresivos, diuréticos, antihistamínicos.

Tabla 1: Causas más relevantes de disfonía y ejemplos.

Disfonía crónica de origen laboral

La disfonía crónica de origen laboral se asocia al sobresfuerzo, abuso o mal uso de la voz (causa necesaria) y a la existencia de factores relacionados con la persona, el entorno y la organización del trabajo (causas contribuyentes). Así pues, para su prevención, se han de tener en cuenta la combinación de diferentes elementos:

- Intensidad vocal: valores de ruido ambiental superiores a 85dB (Cutiva & Burdorf, 2015) o un nivel de ruido ambiente por encima de 65dBA (Berglund et al., 1999) pueden suponer un mayor esfuerzo vocal para la persona trabajadora.
- Tiempo de uso de la voz: en general se considera que superar las cuatro horas de actividad vocal supone un grado de exposición significativo (Sliwinska-Kowsala, et al., 2006).
- Compromiso emocional: el uso de la voz con altas exigencias emocionales, en situaciones de estrés co-

municativo, ya sea por la existencia de dificultades en la emisión o en la recepción de la voz, o por las consecuencias de dicha comunicación, supone un aumento del riesgo de alteraciones vocales.

- Características del entorno laboral y de la organización del trabajo.
- Factores individuales: como la salud del órgano fonador, la morfología corporal, la personalidad, etc.

En la [NTP 1213 Voz y Trabajo: evaluación de riesgos por sobresfuerzo vocal](#) se abordan todos los factores, excepto los individuales que se tratarán en esta NTP.

En resumen, desde el punto de vista laboral, cualquier disfonía en una persona trabajadora expuesta a sobresfuerzo vocal es susceptible de ser considerada como una patología presuntamente laboral, y debería ser puesta a consideración de la correspondiente Mutua Colaboradora con la Seguridad Social, para su estudio y calificación definitiva.

3. PAUTAS PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LAS ALTERACIONES POR SOBRESFUERZO VOCAL EN EL TRABAJO

La prevención de los trastornos de voz, como el resto de actuaciones en prevención de riesgos laborales, requiere de una estrecha colaboración entre la medicina del trabajo y el resto de las disciplinas preventivas. La labor de los profesionales sanitarios del servicio de prevención consiste principalmente en la identificación de las personas especialmente sensibles a las demandas vocales, la detección precoz de los trastornos de voz y valoración de su posible origen laboral y la participación en la sensibilización y formación sobre el buen uso y cuidado de la voz, así como la participación en la evaluación de riesgos y en la adaptación, si es necesaria, del puesto de trabajo.

3.1 Alcance

Personas trabajadoras expuestas a un esfuerzo sostenido de la voz en el desempeño de su trabajo o que presenten una disfonía de posible origen laboral. La exposición debería acreditarse mediante la evaluación de riesgos específica que confirmará el uso de la voz como herramienta profesional, así como el sobresfuerzo vocal y los tiempos de exposición. Se tendrán en cuenta también todos aquellos elementos o condiciones de trabajo que puedan suponer exigencias de alta intensidad o emocionales en el uso de la voz. En el caso de no estar disponible esta información, se promoverá y colaborará en dicha evaluación. Para más información, se remite a la NTP 1213 Voz y trabajo: evaluación de riesgos por sobresfuerzo vocal.

3.2 Periodicidad

Teniendo en consideración lo recogido en el art. 37.3.b del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, los reconocimientos médicos deberían garantizarse como mínimo en tres ocasiones:

- *Inicial* después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con exposición a sobresfuerzo vocal con el objetivo de evaluar la condición inicial y establecer una línea de base de salud vocal de la persona trabajadora y para la detección de las personas trabajadoras especialmente sensibles.
- Tras una *ausencia prolongada* por motivos de salud para determinar si dicha ausencia está relacionada con la salud vocal.
- A *intervalos periódicos* con el objetivo de detectar de forma precoz los posibles trastornos de voz o la aparición de una especial sensibilidad. La periodicidad de los reconocimientos médicos debe basarse en una evaluación de riesgos que considere la naturaleza del trabajo, la exposición a sobresfuerzos vocales y las características individuales de las personas trabajadoras usuarias de la voz.
- En general, la práctica muestra que un reconocimiento **anual** suele ser adecuado para personas trabajadoras con un uso continuado e intensivo de la voz o alta demanda vocal, o **bianual** para personas con un uso frecuente pero no tan intensivo, siempre que no haya síntomas evidentes de fatiga vocal o problemas de voz.

A estos supuestos se añadirán, a criterio médico, las *revisiones adicionales* que supondrán un ajuste de la periodicidad a nivel individual en el caso de aparición

de síntomas o cambios en la voz, según las características personales de la persona o especial sensibilidad a la sobrecarga vocal o condiciones de trabajo específicas.

3.3 Personas trabajadoras especialmente sensibles

Aunque la disfonía puede deberse al mal uso y abuso de la voz, existen otras patologías que aumentan la probabilidad de las personas trabajadoras a presentarla o que, incluso, pueden agravarse por la exposición a sobrecarga vocal. Por ello, en la historia clínica de la persona trabajadora debe prestarse especial atención a aquellas condiciones que pueden suponer una especial sensibilidad como son los antecedentes patológicos de alergias, enfermedades neurológicas y digestivas, lesiones de la mucosa laringea (congénitas o adquiridas), endocrinopatías, trastornos psíquicos, neoplasias, etc. Entre las lesiones congénitas que pueden desempeñar un papel importante en el desarrollo de la disfonía se encuentran los quistes epidérmicos, los sulcus de cuerda vocal y las "vergetures". Otras patologías causantes de disfonía que, aunque no sean de origen laboral, deben ser identificadas y tratadas rápidamente, como las neoplasias, las parálisis, los granulomas y las papilomatosis de cuerdas vocales. Algunas de estas patologías se citan en la tabla 1.

3.4 Contenido

Dado que uno de los objetivos principales de la vigilancia de la salud es la identificación precoz de problemas derivados del trabajo y de las personas trabajadoras especialmente sensibles, el protocolo específico para los trastornos vocales debería incluir una historia clínico-laboral, una exploración física específica, algunas pruebas complementarias, así como la remisión, si procede, al especialista en otorrinolaringología (ORL), (véase figura1).

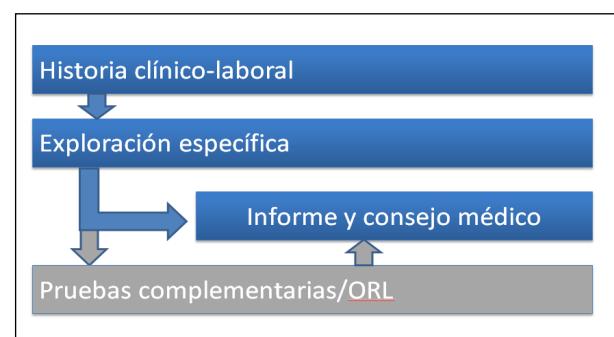


Figura 1- Esquema general de la vigilancia de la salud individual.

HISTORIA CLÍNICO LABORAL

La historia clínica y laboral constará de los siguientes apartados:

- Historia laboral: se incluirá información de los puestos de trabajo anteriores y del puesto de trabajo actual. Como se ha apuntado en el apartado "Alcance", los profesionales sanitarios del servicio de prevención deberán conocer la evaluación de riesgos del puesto de trabajo, anotando en la historia clínica los elementos más relevantes e insistiendo durante la entrevista personal en la percepción de la persona trabajadora en lo relativo a la exposición a ruido, las condiciones termohigrométricas, la presencia de agentes químicos ambientales y el tipo de ventilación.

- Anamnesis, en la que se recogerá información sobre procesos y elementos susceptibles de alterar la voz. Se considerarán los antecedentes familiares, patológicos, farmacológicos, los hábitos de vida, la existencia de factores de riesgo personales (véase la tabla 2) y naturalmente la situación actual en cuanto a los síntomas presentados.

Edad y sexo	Envejecimiento de la voz (presbifonía). Menopausia
Estrés emocional	Duelo, conflictos familiares, dificultades económicas...
Hábitos personales	Consumo de alcohol, café o bebidas muy frías o calientes. Ingesta de alimentos que favorezcan el reflujo gástrico. Tabaquismo. Descanso nocturno insuficiente.
Aficiones/bricolaje con exposición a agentes químicos	Pintura, soldadura, cerámica, manualidades...
Uso de la voz extralaboral	Teatro, canto coral, radioaficionado, otras actividades lúdicas con esfuerzo de voz...

Tabla 2-Factores de riesgo personales.

EXPLORACIÓN FÍSICA ESPECÍFICA

- Valoración de la actitud estática: actitud cifótica, cifoescoliosis, lordosis.
- Valoración cardio-respiratoria (tipo de respiración: amplia y regular, superficial, diafragmática, etc.)
- Presencia de contractura cervical principalmente en los músculos trapecio y elevador de la escápula.
- Presencia de adenopatías cervicales, supraclaviculares y submaxilares. Exploración de la glándula tiroides.
- Inspección de boca, lengua, dientes.
- Inspección de la orofaringe (eritema, mucosidad, deformidades, etc.).
- Presencia de conjuntivitis / rinitis.

CUESTIONARIOS

Los siguientes cuestionarios son de utilidad en la vigilancia de la salud individual:

Índice de incapacidad vocal (VHI-10): el VHI es un cuestionario de autopercepción creado para detectar problemas relacionados con la utilización de la voz y que permite cuantificar las consecuencias psicosociales derivadas de un posible hándicap en este ámbito. En su formato original (VHI-30) consta de 30 ítems organizados en tres subescalas: funcional, física y emocional. Se aconseja utilizar la versión reducida de 10 preguntas (VHI-10) que ahorra tiempo en la respuesta del cuestionario y en el análisis de los datos sin perder fiabilidad (véase la tabla 3).

Índice de síntomas de reflujo (Reflux Symptom Index): valora los síntomas extraesofágicos asociados al reflujo faringolaringeo (flujo retrógrado del contenido gástrico a la laringofaringe). Es un cuestionario autoadministrado, válido y fiable que puede ayudar en la clínica a valorar la importancia de los síntomas durante la evaluación inicial y después del tratamiento. Una puntuación en el RSI mayor a 13 se considera patológico (véase la tabla 4).

Escala de fatigabilidad vocal en docentes: valora los síntomas de dos factores relacionados con la fatigabilidad vocal de los profesionales de la docencia (rendimiento vocal y conductas reparadoras). Se trata de un cuestionario autoadministrado de 17 preguntas con respuestas relativas a la frecuencia de aparición de los síntomas. Las puntuaciones pueden oscilar entre los 0 y los 68 puntos considerándose como "Sin fatiga" puntuaciones menores de 15, "Fatiga moderada" en caso de puntuaciones entre 15 y 27 y "Fatiga elevada" para puntuaciones superiores a 28.

En las tablas 3, 4 y 5 se muestran los cuestionarios utilizados con más frecuencia.

Voice Handicap Index (VHI10)

La gente me oye con dificultad debido a mi voz	0	1	2	3	4
La gente no me entiende en sitios ruidosos	0	1	2	3	4
Mis problemas con la voz alteran mi vida personal y social	0	1	2	3	4
Me siento desplazado/a de las conversaciones por mi voz	0	1	2	3	4
Mi problema con la voz afecta al rendimiento laboral	0	1	2	3	4
Siento que necesito tensar la garganta para producir la voz	0	1	2	3	4
La calidad de mi voz es impredecible	0	1	2	3	4
Mi voz me molesta	0	1	2	3	4
Mi voz me hace sentir cierta minusvalía	0	1	2	3	4
La gente me pregunta: ¿qué te pasa en la voz?	0	1	2	3	4
Puntúe de 0 (nunca) a 5 (siempre) la frecuencia con la que experimenta cada situación.					
Mayor de 10 puntos se considera patológico					

Tabla 3 - Índice de incapacidad de la voz (Voice Handicap Index).

Índice de síntomas de reflujo (RSI)							
1	Afonía u otros cambios en la voz	0	1	2	3	4	5
2	Carraspeo o necesidad de aclarar la garganta	0	1	2	3	4	5
3	Sensación de tragarse moco que cae por detrás de la nariz	0	1	2	3	4	5
4	Dificultad para tragarse comida, líquidos o pastillas	0	1	2	3	4	5
5	Tos después de comer o tras estar tumbado	0	1	2	3	4	5
6	Dificultad para respirar o episodios de atragantamiento/ahogo	0	1	2	3	4	5
7	Ataques de tos	0	1	2	3	4	5
8	Sensación de bullo o tener algo pegado en la garganta. Sensación de tener algo a medio tragarse	0	1	2	3	4	5
9	Sensación de que el ácido del estómago sube a la garganta. Quemazón u opresión en el pecho	0	1	2	3	4	5
Puntúa de 0 (nada) a 5 (mucho) cuánto le han afectado los síntomas o problemas de la lista durante el último mes. Se considera patológico un RSI mayor a 13.							

Tabla 4 – Índice de síntomas de reflujo (Reflux Symptoms Index), versión en castellano de Calvo-Henríquez, C et al (2018).

Escala de fatigabilidad vocal en docentes					
	NUNCA (0)	CASI NUNCA (1)	A VECES (2)	CASI SIEMPRE (3)	SIEMPRE (4)
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta no puedo seguir con tareas vocales exigentes.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta siento la voz cansada.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta experimento una creciente sensación de esfuerzo en la voz.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta mi voz se vuelve ronca.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta me resulta un esfuerzo seguir hablando como lo estaba haciendo.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta me resulta difícil seguir proyectando la voz.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta siento mi voz débil.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta siento la voz irritada.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta siento incomodidad en el cuello, la garganta o la lengua.					
Después de más de 2 horas hablando a una intensidad alta siento dificultad para hablar con voz suave.					
Generalmente tiendo a limitar el habla después de un periodo de tiempo usando la voz.					
Evito situaciones sociales en las que sé que tengo que hablar más.					
Siento que no puedo hablar con mi familia después de un día de trabajo.					
Siento malestar o dolor en el cuello al final de un día utilizando la voz.					
Necesito guardar silencio e hidratarme más de 1h para dejar de sentir sobreesfuerzo al hablar.					
Necesito dormir toda una noche para dejar de sentir malestar al hablar.					
Necesito entre dos y tres días hablando poco o guardando silencio para recuperar mi voz.					
SUMATORIO:					
PUNTUACIÓN TOTAL:					

Tabla 5 - Escala de Fatigabilidad Vocal en Docentes (Contreras-Regatero, S; Vila-Rovira, J. 2024).

SENSIBILIZACIÓN

Durante el examen médico es importante también incorporar el consejo breve sobre el cuidado de la voz. Este consejo puede reforzarse mediante la entrega de información escrita sobre higiene vocal y buenas prácticas. En la

tabla 6 se apuntan algunas recomendaciones generales para el cuidado de la salud vocal.

Sensibilización y autocuidado de la voz son medidas complementarias de las obligadas medidas de prevención colectivas referenciadas en la [NTP 1213 Voz y Trabajo: evaluación de riesgos por sobresfuerzo vocal](#).

Evita forzar la voz	Hablar con intensidad suficiente sin exceso de potencia. Hablar con una altura tonal cómoda, con tono ni muy alto ni muy bajo. Hablar lentamente y aprovechar las pausas para respirar.
Descansa	La voz, haciendo pausas entre actividades de la vida laboral, social y familiar. El cuerpo, buscando en la actividad diaria diversos puntos de contacto, alternando bipedestación y sedestación y combinando trabajo estático con trabajo dinámico. Cuerpo y mente con un buen dormir: extenso (7-8 horas) e intenso (sueño profundo)
Bebe agua durante la jornada laboral	Ayuda a hacer pequeñas pausas. Se estiran los músculos de la laringe. Se hidrata la mucosa orofaríngea.
Mantén una actitud corporal adecuada	Mantener el cuerpo activo, alineado y sin esfuerzo. Procurar mantener el cuerpo relajado y cómodo. Sonreír puede contribuir a mejorar la comunicación y evita la tensión muscular inadecuada.
Aprende a proyectar la voz sin esfuerzo	Busca un gesto corporal sin tensiones en la zona de la garganta para proyectar la voz. Aprovecha los espacios bucales para amplificar el sonido.

Tabla 6 – Cuidado de la salud vocal.

3.5 Procedimiento

Como recomendación principal, la disfonía progresiva o persistente por más de dos o tres semanas requiere examen de la laringofaringe por parte del especialista en otorrinolaringología para descartar cáncer u otras afecciones graves. En caso de que la disfonía tenga un origen claramente no laboral, p. ej. una laringitis vírica o un reflujo faringolaringeo, se derivará al servicio público de salud (o el que corresponda a la cobertura médica del colectivo), para estudio y tratamiento específico por parte de especialista en otorrinolaringología. Si se sospecha una disfonía crónica en una persona expuesta sin antecedentes patológicos que expliquen la sintomatología

se derivará a la Mutua Colaboradora con la Seguridad Social que corresponda para valoración y tratamiento o, si procediese, derivación al Servicio Público de Salud por considerarse de origen no laboral.

Hay que recordar que el tratamiento de elección de la disfonía es la rehabilitación logopédica, preferentemente en sesión individual y semanal. La duración de un proceso rehabilitador realizado correctamente no suele durar más de 12 semanas y, en la mayoría de los casos, si la disfonía se atiende precozmente, no tendría por qué causar baja laboral, aunque sí podría suponer algunas restricciones temporales mientras durase el tratamiento. En la figura 2 se propone el flujograma de actuación en función de los resultados del examen de salud.

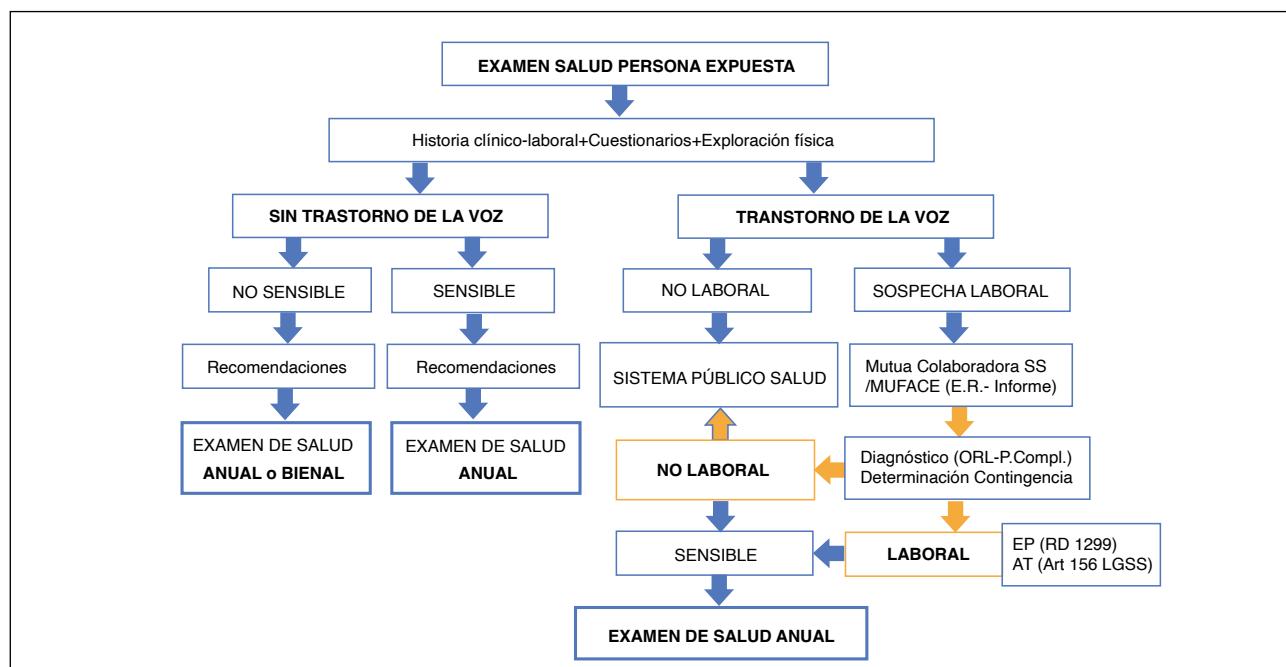


Figura 2 – Flujograma de actuación.

CONCLUSIÓN

La vigilancia de la salud es una herramienta indisociable de la evaluación de riesgos e indispensable para hacer el seguimiento y valorar la efectividad de las medidas preventivas aplicadas, así como para contribuir a la adaptación de las condiciones de trabajo a las concretas circunstancias de las personas trabajadoras.

En el caso de las personas trabajadoras expuestas

a sobresfuerzo vocal, el análisis del conjunto de datos recogidos durante la vigilancia de la salud individual (convenientemente anonimizados) aportará información complementaria a la evaluación higiénica sobre la frecuencia y distribución de los efectos de los factores de riesgo sobre la salud vocal y permitirá hacer el seguimiento en el tiempo de los colectivos vigilados en función del nivel de exposición, efectividad de las medidas preventivas aplicadas, características personales, etc.

BIBLIOGRAFÍA

[Real Decreto 1299/2006](#), de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

[Real Decreto 39/1997](#), de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.

[Guía clínica para el abordaje de la disfonía crónica en Medicina Primaria y Medicina del Trabajo](#). INSST (2017).

[NTP 1213 Voz y Trabajo: evaluación de riesgos por sobresfuerzo vocal](#) INSST (2024).

[Procedimiento de investigación de casos de enfermedades profesionales](#). INSST (2022).

[La Voz: Ganar en salud. Cartel y vídeo](#). INSST: 2018.

[Vigilancia de la salud para la prevención de riesgos laborales: Guía básica y de orientación](#). Ministerio de Sanidad (2021).

Núñez Batalla F, et al (2007) [Adaptación y validación del índice de Incapacidad Vocal \(VHI-30\) y su versión abreviada al español](#) Acta Otorrinolaringol Esp 58:386-92. [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(07\)74954-3](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(07)74954-3).

Belafsky PC, Postma GN, Amin MR, Koufman JA (2002) Symptoms and findings of laryngopharyngeal reflux. Ear Nose Throat J Sep; 81(9 Suppl. 2): 10-3.

Berglund, B., Thomas, L., and Schwela, D. H. (1999). Guidelines for Community Noise (World Health Organization, Geneva, Switzerland).

Calvo-Henriquez, Christian & Ruano-Ravina, Alberto & Vaamonde, Pedro & Lattomus, Kaelon & Sebio, Alicia & Fernández-Rodríguez, Raquel & Martín-Martín, Carlos. (2018). Translation and Validation of the Reflux Symptom Index to Spanish. Journal of Voice. 33. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.04.019>.

Contreras-Regatero, S., & Vila-Rovira, J. (2024). Measuring Vocal Fatigability in Teachers: The Vocal Fatigability Scale for Teachers (VFS-T). *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2024.04.014>.

Cutiva, L. C., & Burdorf, A. (2015). Effects of noise and acoustics in schools on vocal health in teachers. *Noise and Health*, 17(74), 17. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.149569>.

Servicio Canario de Salud. Gobierno de Canarias (2008) Manual Salud Mental en Atención Primaria: Recomendaciones para el abordaje de los trastornos más prevalentes [Escala de ansiedad y depresión de Goldberg](#).

Sliwinska-Kowalska, M., Niebudek-Bogusz, E., Fiszer, M., Los-Spychalska, T., Kotylo, P., Szurowska-Przygocka, B., & Modrzewska, M. (2006). The Prevalence and Risk Factors for Occupational Voice Disorders in Teachers. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 58(2), 85–101. <https://doi.org/10.1159/000089610>.

Departament d' Empresa i Ocupació. Uso profesional de la voz. Generalitat de Catalunya (2012). https://treball.gencat.cat/web/content/09 - seguretat i salut laboral/publicacions/imatges/us_professional_veu_cast.pdf.



Exposición laboral a radón: Aspectos básicos y efectos para la salud.

*Occupational exposure to radon: basic aspects and health effects.
Exposition professionnelle au radon: principes de base et effets sur la santé.*

Autor:

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

La presente Nota Técnica de Prevención (NTP) actualiza las NTP 440 y NTP 553. Es la primera de las dos NTP dirigidas a proporcionar información para una gestión adecuada del riesgo de la exposición laboral a radón.

Elaborado por:

Dolors Giménez Montero.
Miguel Ángel Alba Hidalgo.
Sonia Mollar Bonilla.
Sara Patricia González Hurst.
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO (INSST)

Marta García de Herreros.

Teresa Gorriá.

Laura Mezquita.

HOSPITAL CLÍNIC DE BARCELONA

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 radón es un gas radioactivo de origen natural procedente de la corteza terrestre. Se trata de una sustancia incolora, inodora e insípida, por lo que no es posible la percepción directa por parte del ser humano. Perteneces a la familia de los gases nobles, que no reaccionan químicamente en condiciones normales de temperatura y presión. Dada su presencia en mayor o menor cantidad en toda la corteza terrestre, el radón constituye la principal fuente de exposición a radiación ionizante del conjunto de la radiación de origen natural.

Dadas las características del radón, la vía principal de entrada en el organismo es la inhalatoria. Como radionucleido, el radón emite radiación ionizante que, en el caso de los seres vivos, puede afectar a la estructura y dinámica celular aumentando la probabilidad de que aparezca el cáncer. Los primeros casos de cáncer de pulmón derivados de la exposición a radón aparecieron en personas trabajadoras de las minas de uranio, radionucleido cuya desintegración genera, entre otros elementos, el radón. En 1988, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasificó al radón como cancerígeno del grupo 1, donde se incluyen aquellos carcinógenos sobre los que hay pruebas suficientes que confirman su capacidad de causar cáncer a los humanos.

La protección radiológica frente a la exposición a radón se basa en los criterios específicos recogidos en el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RPSI) y en el Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento

sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes (RINR). En la NTP 1228 se aporta la información relevante para llevar a cabo una gestión adecuada del riesgo de exposición al radón en los lugares de trabajo.

2. ORIGEN Y NATURALEZA DEL RADÓN

Existen en la naturaleza tres isótopos principales de radón (Rn), es decir, átomos del mismo elemento con el mismo número de protones y diferente número de neutrones en el núcleo: Rn-219, Rn-220, y Rn-222. Proceden de tres grandes cadenas de desintegración radiactiva: la del uranio-238, la del uranio-235 y la del torio-232. Se llama cadena de desintegración al conjunto de los radioisótopos que se generan durante el proceso mediante el cual un isótopo radiactivo decae en otro isótopo (llamado hijo), y este a su vez decae o se desintegra en otro isótopo y así sucesivamente hasta alcanzar un isótopo estable.

Durante el proceso de decaimiento se desprende radiación ionizante, que puede ser corpuscular (partículas alfa (α) o beta (β)) o electromagnética (radiación gamma (γ)). La energía que emiten depende del isótopo radiactivo del que se originan, si bien sus características son muy distintas. La radiación α deposita mayor cantidad de energía por unidad de distancia, dado su mayor tamaño (dos protones y dos neutrones del núcleo del átomo), siendo absorbida por el primer tejido biológico con el que entra en contacto. Sin embargo, este tipo de radiación, al ser más pesada tiene menor poder de penetración, puede ser blindada por materiales ligeros, como el papel. Es la radiación que se

tiene en cuenta para desarrollar los criterios de protección radiológica en relación con la exposición a radón.

El tiempo en el que la mitad de los átomos de un radionuclido se desintegran en otro se denomina periodo de semidesintegración. Se trata de un parámetro relevante en cuanto a la presencia del radionuclido. Los radionuclidos padres de las cadenas y que dan origen

a los tres isótopos del radón tienen un periodo de semidesintegración del orden de millones de años, por lo que su presencia es continua en la corteza terrestre y seguirán actuando como fuentes de radón. En la tabla 1 se indican los periodos de semidesintegración de los isótopos del radón:

El radón-222 es el isótopo más relevante de los tres,

Radionuclido inicial	Isótopo radioactivo de radón	Denominación	Periodo de semidesintegración
U-235	Rn-219	Actinón	4,0 segundos
Th-232	Rn-220	Torón	56 segundos
U-238	Rn-222	Radón	3,8 días

Tabla 1. Origen de los isótopos radioactivos del elemento radón, denominación y periodo de semidesintegración.

desde el punto de vista de la protección radiológica, dada su elevada presencia en la corteza terrestre y su mayor periodo de semidesintegración.

En la figura 1 se muestra la cadena de desintegración en la que se genera el radón-222, que se desintegra dando lugar a su progenie (hijos). El único elemento de la cadena en estado gaseoso en condiciones ambientales es el radón, el resto son elementos sólidos. La progenie de corto periodo de semidesintegración está formada por metales pesados (polonio-218, plomo-214, bismuto-214 y polonio-214), los cuales tienen tendencia a adherirse a

las partículas de los aerosoles presentes en el ambiente. El RPSI define la exposición a radón como “exposición al radionuclido Rn-222 y su progenie de corto periodo de semidesintegración”. La exposición a torón, también un gas con progenie de corto periodo de semidesintegración, se encuentra incluida en el RPSI, si bien no se establecen pautas específicas de actuación dado que no se han detectado situaciones que puedan generar un riesgo significativo desde el punto de vista de la protección radiológica.

La densidad del gas radón a 0 °C y 1 atm es 9,73 g/L,

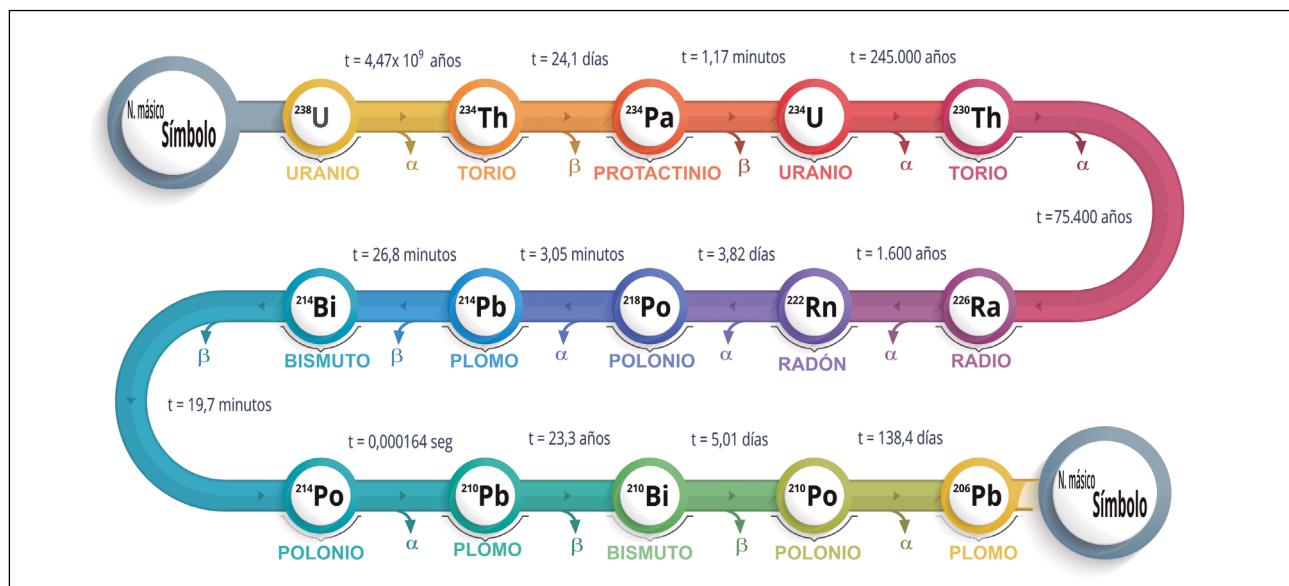


Figura 1. Cadena de desintegración del uranio-238 y sus descendientes principales junto con las radiaciones ionizantes emitidas y los periodos de semidesintegración de cada radionuclido.

significativamente superior a la del aire (7,5 veces). Esto hace que en recintos cerrados tienda a acumularse en las zonas inferiores, siendo aspectos como la ventilación y las variaciones en presión y temperatura los que regulen su circulación.

El radón es un gas soluble en agua y su solubilidad disminuye con el aumento de temperatura (a 30 °C es tres veces inferior a la correspondiente a 0 °C).

3. PARÁMETROS DE CUANTIFICACIÓN

Dada la relevancia de la presencia de radón en recintos ocupados por las personas se debe, por un lado, cuantifi-

car su nivel para poder valorar la situación de cada recinto, midiendo la concentración de radón y, por otro, como fuente de radiación ionizante, cuantificar su absorción y el efecto en el cuerpo humano, determinando la dosis efectiva anual en las personas trabajadoras.

La concentración de actividad del radón en aire, comúnmente abreviada como concentración de radón, se expresa, conforme al Sistema Internacional de unidades (SI), en bequerelios por metro cúbico (Bq/m³). Un bequerelio equivale a una desintegración nuclear por segundo, es decir, si la concentración de radón es de 50 Bq/m³, en un segundo se estarían desintegrandos 50 átomos de radón por cada metro cúbico de aire.

Dado que la concentración de actividad del radón en aire

procede de la naturaleza, la normativa determina un nivel de referencia, como valor a tomar en consideración, que no se debe tratar como un límite ya que no es posible limitar la acción de la naturaleza. Sí que es viable llevar a cabo acciones para mejorar las situaciones de exposición, y ese nivel de referencia se ha de considerar con este objetivo. El valor de referencia de la concentración de radón en el aire, conforme a la normativa vigente (artículo 72 del RPSI), es 300 Bq/m³ y se establece para el promedio anual de dicha concentración.

La *dosis efectiva* expresa la cantidad de radiación absorbida por una persona, incluyendo la ponderación en cuanto al potencial de causa de daños del tipo de radiación ionizante y la sensibilidad de los diferentes tejidos y órganos a dicha radiación. Se expresa, conforme al SI, en sievert (Sv), 1 Sv es 1 julio por kilogramo (J/kg). En protección radiológica es más frecuente considerar la milésima parte de esta unidad, el miliSievert (1 mSv = 0,001 Sv).

En los lugares de trabajo, la adopción de medidas de protección radiológica vendrá condicionada por los valores de dosis efectiva derivada de la exposición a radón a los que puedan estar expuestas las personas trabajadoras. Para el cálculo de la dosis efectiva anual de una persona trabajadora se emplean: el promedio anual de concentración de radón, el tiempo de exposición anual y el coeficiente de dosis efectiva. Este coeficiente incluye la ponderación mencionada en el párrafo anterior y el factor de equilibrio del radón respecto a su progenie. Con el fin de facilitar la determinación de la dosis efectiva anual, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) ha publicado los valores de dichos coeficientes en su página web, basándose en los criterios de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP en inglés).

4. PRESENCIA DEL RADÓN EN LUGARES DE TRABAJO

En los lugares de trabajo exteriores la liberación de radón procedente del terreno, mediante el proceso de exhalación, da lugar a una baja concentración de este, dado el gran volumen de aire en el que el radón se diluye en los espacios abiertos. Aunque haya influencia de los factores que se van a mencionar a continuación, la concentración media de radón-222 en el exterior es del orden de 10 - 20 Bq/m³ y, por tanto, desde el punto de protección radiológica, se considera que el riesgo para las personas trabajadoras es despreciable.

Los lugares de trabajo donde la presencia de radón es relevante son aquellos que ocupan recintos cerrados, es decir, espacios a los que puedan acceder las personas trabajadoras y que están delimitados por elementos arquitectónicos o estructuras artificiales o naturales que los separan del ambiente exterior o de otros espacios interiores. La concentración de radón en recintos cerrados está determinada por los factores geográficos, climáticos y antropogénicos, que se describen a continuación.

Factores geográficos y climáticos

Las características geológicas constituyen el principal factor que incide en la cantidad de radón que puede liberar un terreno. Por ello, el terreno donde se ubica un recinto cerrado influye de forma determinante en la concentración de radón que puede existir en el mismo, habitualmente constituye la fuente de radón más relevante.

Tras la desintegración del Ra-226 (padre del radón) en el terreno, los átomos de radón producidos, para poder llegar a la atmósfera, deben escapar de las partículas del suelo y pasar a los poros llenos de aire y de estos a desplazarse

hasta la atmósfera. El paso desde las partículas del suelo al aire de los poros (emanación) se debe principalmente al movimiento de retroceso de los átomos de radón al desintegrarse el radio. El paso del radón desde los poros a la atmósfera se llama exhalación. El transporte de radón se produce por difusión y por convección:

- La difusión es el flujo que depende de la diferencia de concentraciones del gas existente entre un espacio y otro, desplazándose desde el espacio con mayor concentración al de menor concentración. Las concentraciones de radón en el aire que se encuentran bajo el suelo, de acuerdo con estudios realizados en diferentes tipos de terrenos suelen oscilar entre 5 y 100 kBq/m³, por tanto, existe una clara difusión desde el terreno hacia el ambiente exterior, o bien al interior de un recinto, lugares donde las concentraciones son habitualmente inferiores.
- La convección es el flujo que depende de la diferencia de presión entre los dos espacios, desplazándose de mayor a menor presión.

Tanto la difusión como la convección están influidas por características del terreno como su porosidad y su permeabilidad.

La cantidad de radón exhalada vendrá determinada por los siguientes factores geográficos y climáticos:

- Composición del terreno.
Los suelos con un elevado contenido en uranio son los que generan mayor exhalación de radón. En función de su origen las rocas se clasifican en sedimentarias, metamórficas y magmáticas, siendo, en general, las concentraciones medias de uranio más bajas en las sedimentarias, como la caliza o arenisca, y las más altas en las magmáticas, como el granito. Sin embargo, pueden encontrarse concentraciones elevadas de uranio en todos los tipos de rocas en forma de impregnaciones en depósitos sedimentarios, como es el caso de las arcillas, o en forma de vetas en rocas metamórficas o magmáticas.
- Humedad del terreno.
La concentración de radón en el agua depende de la presión parcial del gas en contacto con el líquido y, dicha presión suele ser elevada en los poros del terreno, por lo que se alcanzan concentraciones de radón altas en las aguas subterráneas. Por tanto, un contenido elevado de agua en un terreno, que puede ser provocado por la lluvia, implica una mayor retención del radón y, por otro lado, el movimiento del agua en las capas freáticas favorece el desplazamiento del radón al ser disuelto por el agua subterránea. En las aguas superficiales no se mantienen altas concentraciones ya que, en la atmósfera, la presión parcial del radón es mucho más baja.
- Permeabilidad del terreno.
Es la propiedad que indica la capacidad de que los gases o líquidos fluyan a través de él. Depende de la porosidad, así como de las formas de los poros y su nivel de conexión, influyendo en la difusión y convección del radón. La permeabilidad del terreno está relacionada además con su humedad, a mayor humedad menor permeabilidad para el radón. Los suelos compactos o arcillosos tienen menor porosidad y permeabilidad y, por lo tanto, retienen más el radón, mientras que los suelos fragmentados y permeables, como las rocas calcáreas, facilitan el desplazamiento del radón.
- Presión atmosférica, temperatura y viento.
Cuando disminuye la presión atmosférica de una zona, aumenta el flujo de radón por convección desde el terreno hacia la misma. Por otro lado, en un edificio las diferencias de temperaturas entre el exterior y el

interior y la incidencia del viento pueden provocar reducción de la presión atmosférica en las zonas inferiores, de manera que se facilite la entrada de radón en el mismo.

Factores antropogénicos

Las decisiones que se toman en cuanto al diseño, construcción y mantenimiento de los recintos cerrados y las actividades que se desarrollan en ellos influyen en la presencia y acumulación del radón en estos recintos, en los que, además del terreno como fuente de radón, pueden estar presentes las siguientes fuentes:

- Materiales de construcción de la estructura del recinto. La mayor parte de los materiales de construcción son elaborados a partir de piedras, gravas, rocas o arcillas que contienen radionucleidos naturales. En general, se estima que su contribución a la concentración media de radón en el interior de los recintos está entre 10 y 20 Bq/m³, si bien en algunas situaciones excepcionales se puede llegar a los 1000 Bq/m³. Actualmente, el RPSI regula la emisión de radiaciones ionizantes en la comercialización de los materiales de construcción.

- Agua de origen subterráneo utilizada en el lugar de trabajo.

Su mayor movimiento en sistemas abiertos, como canales o bañeras de hidromasaje, o a mayor temperatura, incrementan la cantidad de radón que puede pasar al ambiente. El hecho de que el contenido en radón en las aguas para el consumo humano esté regulado supone que esta fuente no sea relevante, a excepción de recintos en los que la actividad principal consiste en el uso de aguas subterráneas, por ejemplo, para el tratamiento corporal y baño de personas con aguas termales.

- Materiales radioactivos de origen natural que forman parte del proceso industrial o se almacenan en un recinto cerrado.

En algunas instalaciones, como las de retirada de lodos en los procesos de extracción de gas y petróleo o los almacenes de fosfato o de circonio, los materiales presentes contienen radio-226 en su composición, dando lugar a la emisión de radón.

La presencia de las mencionadas fuentes y los aspectos que se indican a continuación generarán una mayor o menor concentración de radón en un recinto cerrado:



Figura 2. Rutas de entrada del radón en recintos cerrados.

- Proximidad al terreno: los espacios situados en el subsuelo o a nivel del suelo tendrán en general concentraciones más elevadas que los de mayor altura.
- Características constructivas que incidan en el aislamiento del suelo, muros o paredes respecto al terreno con el que están en contacto directo o respecto a zonas con probable acumulación de radón. Son relevantes la permeabilidad de los materiales frente al radón, la presencia de grietas y fisuras o cavidades en muros y paredes, así como la existencia de espacios alrededor de canalizaciones y líneas de servicio (figura 2).
- Sistemas de ventilación y acondicionamiento térmico. Una adecuada renovación del aire del recinto reducirá la acumulación de radón en el mismo. Cuando la presión atmosférica en el interior de un recinto en contacto con el terreno sea inferior a la del aire del terreno, se favorecerá la entrada del radón. Esta modificación de la presión puede ser generada tanto por los cambios de temperatura que originan estos sistemas, como los caudales de aire y su distribución durante su funcionamiento. Por otro lado, puede producirse un transporte del radón hacia las zonas superiores de un edificio debido al flujo convectivo que genera un aumento de la temperatura en zonas inferiores.

Distribución del radón en el territorio español

La cantidad de radón exhalada por los suelos es muy variable dada la gran diversidad geológica. El CSN ha elaborado un mapa de potencial de radón que está disponible en la página web del CSN, en su apartado de protección radiológica frente a la radiación natural, radón (<https://www.csn.es/ca/mapa-del-potencial-de-radon-en-espana>). Para su elaboración se ha empleado la base de datos de mediciones de radón tomadas en la planta baja de viviendas, o en el primer piso si esta no está habitada, la tasa de exposición a radiación gamma terrestre y el mapa litoeconómico, de permeabilidades e hidrogeológico de España. En base a ello se han podido categorizar las zonas en función de sus niveles de radón y, en particular, identificar aquellas en las que un porcentaje significativo de los edificios residenciales presentan concentraciones superiores a 300 Bq/m³. A partir de esta información se ha elaborado el listado de términos municipales de actuación prioritaria al que se refiere la normativa vigente. El amplio número de mediciones que se desarrolle en base a la aplicación de la normativa aportarán información relevante en el proceso de actualización del mapa.

5. EFECTOS DEL RADÓN SOBRE LA SALUD

Los efectos del radón sobre la salud se derivan de su naturaleza radioactiva por lo que son de carácter probabilístico o estocástico, es decir, no todo el personal expuesto a las mismas concentraciones de radón tendrá un efecto o no tendrá el mismo efecto. La probabilidad de que el radón cause efectos en la salud aumenta con la dosis efectiva de radiación recibida.

En 1988, la IARC, clasificó el radón como cancerígeno para los seres humanos (grupo 1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el radón es responsable del 3 al 14 % de los casos de cáncer de pulmón, teniendo en cuenta que estas cifras estarán influenciadas por la zona geográfica y su sinergia con el hábito tabáquico individual. El radón y el tabaco se consideran co-carcinógenos, con un efecto sinérgico, no

solo aditivo sino más próximo a un impacto multiplicativo. De hecho, se estima que una persona fumadora, si además está expuesto a una elevada concentración de gas radón, tiene un riesgo 25 veces mayor de desarrollar cáncer de pulmón que una no fumadora. De acuerdo con estas cifras, la exposición a radón representa la segunda causa más importante de cáncer de pulmón después del tabaco, y la primera en personas no fumadoras.

Diferentes estudios realizados en Europa han proporcionado estimaciones de la mortalidad atribuible al radón que oscilan entre el 3 y el 10% de la mortalidad total por cáncer de pulmón. En España, el Ministerio de Sanidad elaboró un informe sobre la mortalidad atribuible a la exposición a radón en las distintas comunidades autónomas, estimando que, en 2017, el radón habría causado el 3,8% del total de fallecimientos por cáncer de pulmón.

Impacto del radón en el desarrollo del cáncer (carcinogénesis)

Al tratarse de un gas inerte la mayor parte del radón inhalado es exhalado. La progenie del radón, ya sea libre o adherida a partículas, puede permanecer en los pulmones y experimentar su desintegración radiactiva. La radiación alfa emitida en dicha desintegración es considerada como la mayor contribución a la dosis de radiación en el caso de este isótopo. Los descendientes del radón de vida más larga (como el plomo-210 y polonio-210) contribuyen poco a la dosis de radiación en el tejido pulmonar porque tienen más probabilidades de ser eliminados físicamente del pulmón por mecanismos de transporte mucociliar o celular antes de que puedan decaer y emitir una radiación significativa.

Las partículas inhaladas se depositan en diferentes tramos del aparato respiratorio, según su diámetro aerodinámico, impactando una parte en el epitelio de los bronquios, generando daño mediante acción directa o acción indirecta:

- La acción directa se produce como consecuencia de la absorción de la energía de la radiación por la célula directamente a nivel de estructuras celulares clave como el ADN en el núcleo de las células, o en otras moléculas esenciales como enzimas u orgánulos citoplasmáticos (ribosomas, mitocondrias). Las lesiones que provoca la radiación ionizante en el núcleo de las células se conocen como efecto genotóxico, e incluyen múltiples roturas sobre la doble cadena del ADN, mutaciones que alteran la secuencia de nucleótidos y anomalías cromosómicas que incluyen duplicaciones, delecciones, traslocaciones y anillos cromosómicos. La consecuencia de esta inestabilidad genómica es la modificación del ciclo celular, la pérdida de control sobre el crecimiento celular y la diferenciación, que lleva a la formación de tumores y al proceso de carcinogénesis.
- La acción indirecta consiste en que mediante la absorción de la energía de la radiación por las moléculas de agua (elemento del que están constituidos mayoritariamente las células), hace que el agua se disocie produciéndose iones y radicales libres muy reactivos, que, a su vez, pueden reaccionar entre sí o con otros compuestos, alterando las funciones básicas de la célula.

Por ello, al inhalar, las partículas procedentes de la desintegración del radón permanecen en el epitelio

del tracto respiratorio donde se va acumulando el daño celular que puede conducir a la formación de tumores.

Actualmente no existe evidencia sólida sobre el impacto de la exposición a radón en otro tipo de enfermedades además del cáncer de pulmón. Si bien se han realizado diferentes estudios sobre su influencia en otros tipos de tumores (por ejemplo, en tumores hematológicos o cerebrales, entre otros), u enfermedades respiratorias, los resultados no son concluyentes.

Evidencia científica sobre el impacto del gas radón en el cáncer de pulmón

Estudios de laboratorio (preclínicos)

Evidencia preclínica *in vitro* e *in vivo* proveniente de células y animales (principalmente ratas) expuestas a altas dosis de radiación alfa ha demostrado la generación de un acúmulo de alteraciones citotóxicas y genotóxicas, entre las que se incluyen roturas de doble cadena del ADN, mutaciones consecutivas, aberraciones cromosómicas como delecciones, formaciones de anillos, micronúcleos y producción de radicales libres que llevan a la alteración del ciclo celular. Tras exposición a cultivos celulares a radiación alfa, se demostró el potencial de transformación maligna de estas células, aunque de momento no se ha identificado ninguna alteración genómica o firma molecular específica de la radiación alfa en modelos preclínicos. En modelos *in vivo* el radón también ha demostrado su impacto como carcinógeno en ratas expuestas a radón, desarrollando tumores pulmonares tras la exposición a radón de forma continuada.

Estudios epidemiológicos en mineros del uranio, exposición laboral

Tal y como se ha mencionado anteriormente el impacto y riesgo para la salud del gas radón asociado con el desarrollo del cáncer de pulmón en humanos se comenzó a estudiar en los mineros de uranio en la década de los 50, dado que en las minas de uranio se alcanzaban concentraciones de radón muy elevadas y sus trabajadores presentaban una elevada frecuencia de cáncer de pulmón entre otras enfermedades respiratorias. Posteriormente se demostró un incremento del riesgo lineal entre la exposición al radón laboral y el cáncer de pulmón en los mineros de uranio. El Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR en inglés) publica informes donde se recopilan estudios epidemiológicos, los analiza y concluye acerca de la relación entre la exposición a radón y el cáncer de pulmón.

La mayor evidencia sobre el impacto del radón en la salud de los mineros proviene del estudio *Pooled Uranium Miner Analysis* (PUMA), recientemente publicado, que ha confirmado una relación directa entre la exposición prolongada a este gas y la mortalidad por cáncer de pulmón. Este estudio ha permitido profundizar en cómo factores como la edad, la intensidad y la temporalidad de la exposición influyen en el riesgo, destacando especialmente el mayor impacto en trabajadores jóvenes y en aquellos con exposiciones recientes y elevadas.

Estudios epidemiológicos en la población general

Basándose en la evidencia acumulada sobre el radón como carcinógeno en mineros, surgió la necesidad de investigar su impacto en la salud en entornos residenciales y su posible relación con el cáncer de pulmón en la población general. Dado que la exposición en mineros no era directamente extrapolable al ámbito residencial, se llevaron a cabo numerosos estudios de casos y controles para evaluar esta asociación. Sin embargo, muchos de estos estudios iniciales presentaban limitaciones metodológicas, lo que resultó en resultados ambiguos o con un poder estadístico insuficiente para detectar diferencias significativas.

Siguiendo un enfoque similar al utilizado en estudios laborales, se realizaron análisis combinados (*pooling*) de los principales estudios de casos y controles sobre la exposición residencial al radón y el cáncer de pulmón. Estos metaanálisis confirmaron una relación lineal entre la concentración de radón y el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, estimándose un incremento del riesgo del 16% por cada aumento de 100 Bq/m³ en la concentración de radón residencial. Además de establecer esta relación lineal, no se identificó un nivel de seguridad por debajo del cual la exposición al gas radón pueda considerarse completamente exenta de riesgo.

Este efecto se ha observado tanto en personas fumadoras como en no fumadoras, consolidando al radón como uno de los principales factores de riesgo de cáncer de pulmón en población no fumadora.

Como se ha mencionado previamente, el gas radón y el tabaquismo, principal factor de riesgo del cáncer de pulmón, actúan como co-carcinógenos, lo que significa que su combinación incrementa significativamente el riesgo absoluto de desarrollar esta enfermedad. En personas expuestas al radón, el riesgo de cáncer de pulmón es mayor en fumadores y exfumadores en comparación con quienes nunca han fumado. Es importante destacar que, en fumadores, se ha observado un aumento significativo del riesgo a partir de concentraciones de radón de tan solo 50 Bq/m³, un nivel inferior a los valores de referencia recomendados para la población general.

Si bien el cáncer de pulmón está asociado a múltiples factores de riesgo ambientales (como la contaminación atmosférica o los gases de combustión de motores diésel) y laborales (como la exposición al amianto o a la sílice cristalina), la evidencia sobre la interacción del radón con estos agentes es aún limitada. No obstante, se sabe que comparten vías de carcinogénesis y podrían actuar de forma sinérgica, amplificando el daño en las células pulmonares.

Por ello, ciertos grupos de población, como fumadores, exfumadores, personas con enfermedades respiratorias preexistentes o trabajadores expuestos a carcinógenos ambientales y laborales pueden ser especialmente vulnerables a los efectos del radón.

La investigación en epidemiología molecular ha explorado las alteraciones genómicas y moleculares asociadas a la exposición al radón, dado su impacto en el cáncer de pulmón. Se ha observado que la radiación alfa induce aberraciones cromosómicas, agrupaciones de mutaciones y estrés oxidativo. En base a ello se han planteado posibles biomarcadores de exposición asociados a diversas mutaciones en genes sin que, hasta la fecha, se haya identificado una firma molecular específica del daño inducido por radón.

BIBLIOGRAFÍA

COLLIER, C.G., et al. Carcinogenicity of radon/radon decay product inhalation in rats – effect of dose, dose rate and unattached fraction. International Journal of Radiation Biology. 2005, vol. 81, no. 9, pp. 631-647. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09553000500368404>.

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR (CSN). [Metodología para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo. Guía de Seguridad 11.4](#), 2012.

DARBY, Sarah, et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ, 2005, vol. 330, no. 7485, pp. 223-228. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.38308.477650.63>.

DARBY, Sarah et al. Residential radon and lung cancer--detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14,208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 2006; vol. 32 Suppl 1, pp. 1-83. Disponible en: <https://www.sjweh.fi/article/982>.

FRUTOS VÁZQUEZ, Borja; OLAYA ADÁN, Manuel. [Protección frente a la inmisión de gas radón en edificios](#). Colección Informes Técnicos, INT-04.20. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), 2010.

GARCÍA-TALAVERA SAN MIGUEL, Marta; LÓPEZ ACEVEDO, Francisco Javier. [Cartografía del potencial de radón de España](#). Colección Informes Técnicos, INT-04.41. Consejo de Seguridad Nuclear. 2019.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Man-made mineral fibres and radon. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans, vol. 43. IARC, 1988. ISBN 9283212436. Disponible en: <https://publications.iarc.fr/publications/media/download/1592/bddbe727065b1d7fddd8a42fa4e9e9cf758ce65e.pdf>.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Assessing the need for radiation protection measures in work involving minerals and raw materials. Safety Reports Series No. 49, IAEA, 2006. ISSN 1020-6450. Disponible en: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1257_web.pdf.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). Protection Against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65. Annals of the ICRP. 1993, vol. 23, no. 2. ISSN 0146-6453. Disponible en: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_23_2.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Annals of the ICRP. 2014, vol. 43, no. 3. ISSN 0146-6453. Disponible en: http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_43_3.

KELLY-REIF, Kaitlin et al. Radon and lung cancer in the pooled uranium miners analysis (PUMA): highly exposed early miners and all miners. Occupational and Environmental Medicine, 2023, vol. 80, no. 7, pp. 385-391. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/oemed-2022-108532>.

LAGUNA, Juan Carlos et al. Geographic differences in lung cancer: focus on carcinogens, genetic predisposition, and molecular epidemiology. Therapeutic Advances in Medical Oncology, 2024, vol. 16, pp. 1-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/17588359241231260>.

LAURIER, D et al. Miner studies and radiological protection against radon. Annals of the ICRP, 2020, No 49 (1_suppl), pp. 57-67. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0146645320931984>.

MADAS, Balázs G. et al. Effects of spatial variation in dose delivery: what can we learn from radon-related lung cancer studies? Radiation and Environmental Biophysics, 2022, vol. 61, no. 4, pp. 561-577. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00411-022-00998-y>.

MARTIN-GISBERT, Lucía et al. Radon exposure and its influencing factors across 3,140 workplaces in Spain. Environmental Research, 2023, vol. 239, pp. 117305-11712. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117305>.

PÉREZ RÍOS, Mónica et al. Mortalidad atribuible a la exposición a radón residencial en España. Ministerio de Sanidad, 2021. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/04_Mortalidad_radon.pdf.

RAGE, Estelle et al. PUMA - pooled uranium miners analysis: cohort profile. Occupational and Environmental Medicine, 2020, vol. 77, pp.194-200. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/oemed-2019-105981>.

Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado, 305, de 21 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/12/20/1029/con>.

Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado, 292, de 4 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2024/12/03/1217>.

RIUDAVETS, Mariona et al. Radon and lung cancer: current trends and future perspectives. *Cancers*, 2022, vol. 14, no. 13, pp. 3142-3158. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/cancers14133142>.

ROBERTSON, Aaron et al. The cellular and molecular carcinogenic effects of radon exposure: a review. *International journal of molecular sciences*, 2013, vol. 14, no. 7, pp. 14024-14063. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms140714024>.

SAMET, Jonathan M. et al. Uranium mining and lung cancer in Navajo men. *New England Journal of Medicine*, 1984, vol. 310, no 23, pp. 1481-1484. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJM198406073102301>.

SIELGEL, R.L.; KRATZER, T.B.; GIAQUINTO, A.N.; SUNG, H; JEMAL, A. Cancer statistics, 2025. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2025, vol. 75, no. 1, pp. 10-45. Disponible en: <https://doi.org/10.3322/caac.21871>.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR). Sources, effects and risks of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. United Nations, 2019. ISBN 978-92-1-139184-8. Disponible en: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2019_Report-CORR.pdf.

WEAVER, D. A. et al. Cytogenetic and molecular genetic analysis of tumorigenic human bronchial epithelial cells induced by radon alpha particles. *Carcinogenesis*, 1997, vol. 18, no. 6, pp. 1251-1257. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/carcin/18.6.1251>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. World Health Organization, 2009. ISBN 9789241547673. Disponible en: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44149/9789241547673_eng.pdf.

Agradecimientos:

Al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) por su colaboración en la revisión del documento.



Exposición laboral a radón: gestión del riesgo.

Occupational exposure to radon: risk management.
Exposition professionnelle au radon: gestion du risque.

Autor:

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

Elaborado por:

Miguel Ángel Alba Hidalgo.
Dolors Giménez Montero.
Sonia Mollar Bonilla.

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO (INSST)

La presente Nota Técnica de Prevención (NTP), continuación de la NTP 1227, actualiza las NTP 614 y 728 en los aspectos relativos a la gestión del riesgo de exposición laboral a radón, teniendo en cuenta para ello la normativa española derivada de la transposición de la Directiva 2013/59/Euratom.

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 exposición a radón en determinados lugares de trabajo cerrados puede ser relevante y contribuir notablemente al incremento del riesgo de cáncer de pulmón entre la población trabajadora. La gestión del riesgo de exposición a radón en el ámbito laboral debe considerar lo dispuesto en el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) y en el capítulo II del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP) así como, en particular, aquellas actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

Criterios legales específicos para la evaluación del riesgo

A la fecha de publicación de la presente NTP, la legislación específica de la Unión Europea en materia de protección radiológica frente al radón es la Directiva 2013/59/Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. Esta directiva plantea un enfoque integrado para el control de la exposición a radón, basándose en la aplicación de niveles de referencia definidos en términos de "concentración de actividad por encima de la cual se considera inapropiado permitir que se produzcan exposiciones como consecuencia de esa situación de exposición, aun cuando no se trate de un límite que no pueda rebasarse".

Las medidas de protección frente a la exposición al radón recogidas en la Directiva 2013/59/Euratom se han transpuesto a la legislación española a través de los siguientes textos legales:

- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RPSI).
- Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes (RINR).

En lo relacionado con la exposición al radón, la primera referencia se centra en las edificaciones (en rehabilitación o de nueva construcción) de acceso público, incluyendo los lugares de trabajo y las viviendas situadas en términos municipales donde se ha apreciado un nivel de riesgo no despreciable, la segunda, establece las normas y principios de protección frente al radón en los lugares de trabajo y, finalmente, la tercera, desarrolla aspectos administrativos como la declaración de determinados lugares de trabajo ante las autoridades competentes y los estudios adicionales a remitir al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

En España, como consecuencia de la transposición de la Directiva 2013/59/Euratom y en cumplimiento del RPSI, el Gobierno ha aprobado el Plan Nacional contra el Radón. En este plan se recogen las estrategias establecidas y las actividades a desarrollar por las diferentes administraciones públicas con el fin de reducir el riesgo para la salud por exposición al radón de la población laboral y general.

Adicionalmente, en los lugares de trabajo, son de obligado cumplimiento las instrucciones del CSN IS-33, de 21 de diciembre de 2011, sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural y la IS-47 de 9 de abril de 2025, por la que se aprueba el listado de términos municipales de actuación prioritaria contra el radón y se establecen directrices para las mediciones de radón en el aire interior de los centros de trabajo ubicados en ellos.

Niveles de referencia y límites de dosis

El RPSI establece:

- Un nivel de referencia de 300 Bq/m³ para la concentración de radón en aire en recintos cerrados (promedio anual).
- Una dosis efectiva de 6 mSv por año oficial debida a la exposición laboral al radón, a partir de la cual las personas trabajadoras deberán clasificarse como "expuestas al radón".
- Un límite de dosis de 20 mSv por año oficial que no deben superar las personas trabajadoras expuestas como suma de la exposición laboral al radón, de las exposiciones debidas a las prácticas autorizadas y de las de otras exposiciones laborales resultantes de situaciones de exposición existentes.

Por otra parte, cabe indicar que en el anexo II de la exigencia básica HS 6: *Protección frente a la exposición al radón* del CTE se establece un nivel de referencia de 300 Bq/m³ para el promedio anual de la concentración de radón en el interior de edificios (viviendas o edificios de público acceso, incluyendo lugares de trabajo) de nueva construcción o en edificios existentes sobre los que se ha realizado alguna de las intervenciones indicadas en dicha exigencia básica.

Enfoque gradual de la gestión del riesgo

Siguiendo lo recogido en el RPSI, la gestión del riesgo de exposición laboral a radón tiene la particularidad de realizarse gradualmente:

- El primer nivel se focaliza en los lugares de trabajo tomando en consideración el nivel de referencia para la concentración de radón en aire de 300 Bq/m³. La superación de este nivel de referencia implicaría la necesidad de realizar actuaciones en el lugar de trabajo encaminadas a reducir la concentración de radón y/o la exposición.
- El segundo nivel solo deberá acometerse cuando, tras realizar las citadas actuaciones, no se consigue mantener la concentración de radón en los lugares de trabajo por debajo de 300 Bq/m³. En este caso, la evaluación utiliza como parámetro la dosis efectiva de 6 mSv por año oficial derivada de la exposición a radón, de manera que se adopten actuaciones para reducir las exposiciones (por ej. disminuyendo el tiempo de permanencia en determinadas zonas).

En la figura 1 se muestra, de forma esquemática, el proceso de gestión del riesgo de exposición laboral a radón que será objeto de desarrollo en los siguientes apartados.

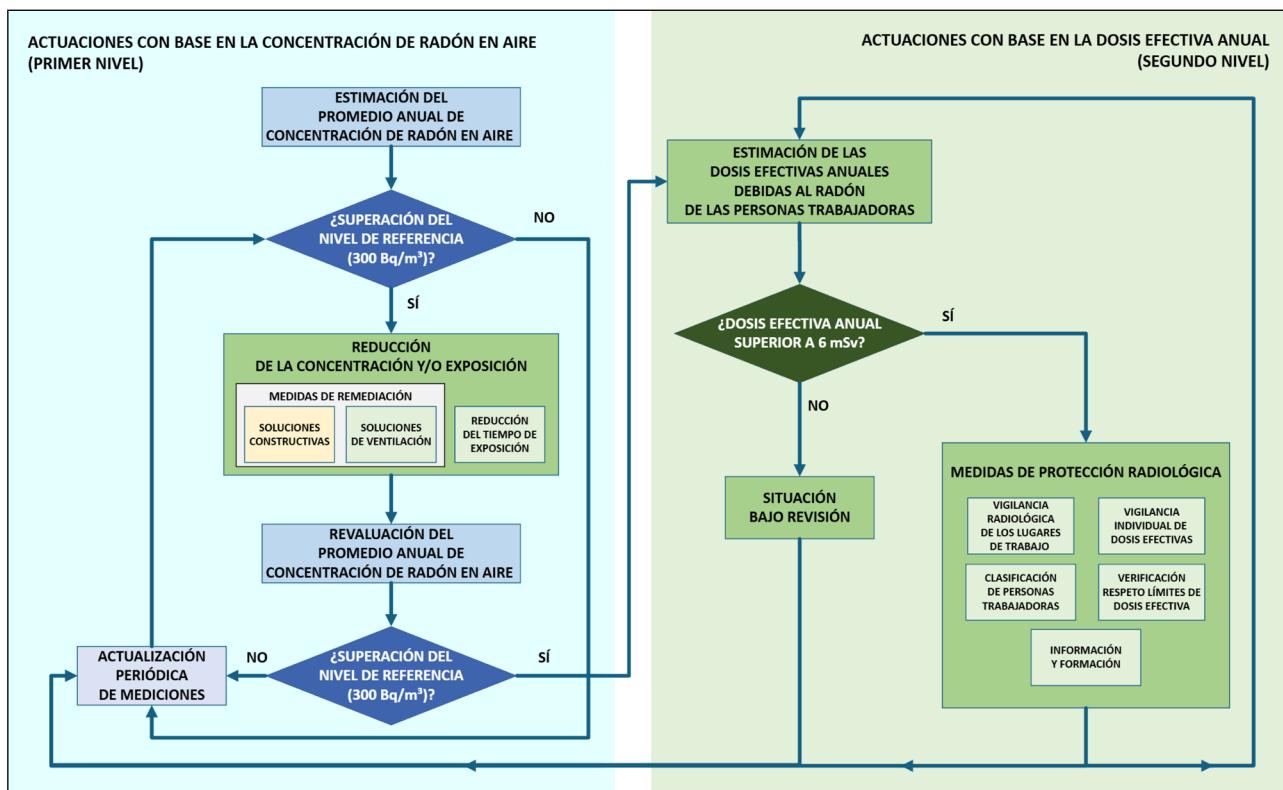


Figura 1. Proceso de gestión del riesgo de exposición laboral a radón de acuerdo con el RPSI.

2. ACTUACIONES CON BASE EN LA CONCENTRACIÓN ANUAL DE RADÓN EN EL AIRE

La estimación de la concentración de radón en aire es responsabilidad de la persona titular de la actividad laboral. Puede realizarse, si se considera necesario, con el apoyo y asesoramiento de una unidad técnica de protección radiológica (UTPR) especializada en el ámbito de la radiación

natural. Estas unidades son las entidades expresamente autorizadas por el CSN para desempeñar determinadas funciones específicas en materia de protección radiológica.

Lugares de trabajo con especial riesgo de exposición al radón

Existen determinados lugares de trabajo donde el riesgo de exposición al radón no podrá considerarse a priori como despreciable. Dichos lugares, requieren de actua-

ciones específicas de gestión del riesgo, comenzando por la medición de las concentraciones de radón en aire, de acuerdo con lo requerido por el artículo 75 del RPSI. En la

tabla 1, se recogen ejemplos de estos lugares de trabajo y la referencia legal que establece la obligatoriedad de realizar dichas actuaciones específicas en los mismos.

TIPO DE LUGAR DE TRABAJO	EJEMPLOS DE LUGARES DE TRABAJO Y ACTIVIDADES LABORALES	OBSERVACIONES
LUGARES DE TRABAJO SUBTERRÁNEOS	Construcción de túneles, etc. Mantenimiento y tareas afines en túneles (autopistas, transporte ferroviario, etc.), galerías de servicio, redes de alcantarillado, etc. Minas subterráneas. Presas. Centrales hidroeléctricas. Cuevas, refugios y búnkeres. Actividades de espeleología. Bodegas y cuevas dedicadas a la producción de alimentos (por ejemplo, bebidas, queso, y champiñón)	Art. 75.1 a) del RPSI.
LUGARES DE TRABAJO DONDE SE PROCESAN, MANIPULAN O APROVECHAN AGUAS SUBTERRÁNEAS	Balnearios y centros termales. Plantas embotelladoras de agua mineral. Centros de captación, depuración y abastecimiento de agua. Lugares de trabajo cerrados donde se utiliza agua proveniente de pozos.	Art. 75.1 b) del RPSI.
LUGARES DE TRABAJO EN OTROS RECINTOS CERRADOS UBICADOS EN ZONAS CON ELEVADO POTENCIAL DE RADÓN	Locales destinados a aparcamientos, almacenes, archivos, oficinas, etc.	El art. 75.1 c) del RPSI indica que se tengan en cuenta aquellos lugares de trabajo situados en planta baja o bajo rasante ubicados en los términos municipales de actuación prioritaria indicados en la Instrucción IS-47 del CSN.

Tabla 1. *Lugares de trabajo donde la presencia de radón puede suponer un riesgo radiológico no despreciable.*

Estimación de la concentración de radón en los lugares de trabajo

Para la determinación de la estimación del promedio anual de concentración de radón deben tenerse en cuenta los criterios establecidos por el RPSI y por el CSN, basándose en mediciones de larga duración en el interior de los lugares de trabajo. Tal y como se recoge en el artículo 76.2 del RPSI, el laboratorio que realice las mediciones deberá estar acreditado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), o por otro organismo nacional de acreditación designado de acuerdo con la normativa europea (Reglamento (CE) n.º 765/2008 del Parlamento Europeo y el Consejo de 9 de julio de 2008 por el que se establecen los requisitos de acreditación y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n.º 339/93). El titular de la actividad laboral asumirá la responsabilidad de verificar que el laboratorio cuente con una acreditación en vigor.

Cuando la complejidad del lugar de trabajo (p. ej. lugares de trabajo subterráneos o donde se procese, manipule o aproveche agua de origen subterráneo) genere dificultades a la hora de definir o ejecutar la estrategia de medición es recomendable que se solicite el asesoramiento de una UTPR especializada en radiación natural. En el caso de que la empresa cuente con un servicio de protección radiológica (SPR), dichos estudios podrán llevarse a cabo por este servicio.

Las pautas a seguir en los estudios en lugares de trabajo situados en planta baja o planta bajo rasante de los municipios de actuación prioritaria (art. 75.1. c) del RPSI) se recogen en la instrucción IS-47 del CSN. La selección de los puntos de medición tiene que considerar, de forma

no exhaustiva, aspectos como la superficie útil en cada espacio unitario, los posibles gradientes de concentración de radón generados por los sistemas de ventilación u otras fuentes de frío o calor, las ubicaciones de trabajo fijas o donde las personas trabajadoras permanezcan más tiempo, el nivel de ocupación, etc. Con base en los aspectos indicados anteriormente, se podrán establecer zonas homogéneas en cuanto a las concentraciones de radón. Tal y como se especifica en la instrucción IS-47, quedarán exentas de medición las zonas de tránsito u ocupación esporádica considerándose como tal aquellas en las que su ocupación sea inferior o igual a 50 horas por año.

En cuanto a la distribución temporal de las mediciones en lugares de trabajo situados en planta baja o bajo rasante, la instrucción IS-47 indica que se puede optar por realizar mediciones durante parte del año o a lo largo de un año natural. En el primer caso, el periodo de medición tendrá una duración mínima de 3 meses (no necesariamente consecutivos) y deberá estar comprendido entre el 1 de octubre y el 31 de mayo de tal forma que se proporcione, en la mayoría de las situaciones, una estimación conservadora. De optarse por medir a lo largo de un año natural, será necesario excluir aquellos períodos de cierre vacacional o inactividad en el lugar de trabajo.

En todo momento, se respetarán las indicaciones específicas de los fabricantes de los sistemas de medición para evitar desviaciones en los resultados debidas a condiciones particulares de presión, temperatura y humedad relativa del aire, así como a la presencia de una elevada concentración de partículas y de radiación solar directa. Los sistemas de ventilación / climatización y aquellos instalados para la protección específica frente al radón permanecerán en el régimen de funcionamiento habitual durante el tiempo de medición.

Como resultado de las mediciones de concentración de radón se obtiene, por zona del lugar de trabajo, un valor del promedio de concentración de radón que irá acompañado del valor de la incertidumbre asociada al sistema de medición, determinada de acuerdo con la práctica metrológica.

Informe de resultados

Tal y como se establece en el artículo 76 del RPSI, los resultados de estimaciones del promedio anual de con-

centración de radón en el lugar de trabajo y de su comparación con el valor de referencia (300 Bq/m³) se recogen en un informe que puede ser elaborado por el titular de la actividad laboral, los trabajadores designados por este, un servicio de prevención propio, un servicio de preventión ajeno o una UTPR. Este informe debe integrarse en la evaluación de riesgos realizada en el marco de la LPRL. La instrucción IS-47 del CSN establece en su anexo 1 los apartados que debe contener el informe de resultados (Tabla 2).

TIPO DE LUGAR DE TRABAJO	
1. DATOS DE LA EMPRESA Y DEL CENTRO DE TRABAJO Nombre o razón social y CIF de la empresa. Datos del centro de trabajo: <ul style="list-style-type: none">• Domicilio, código postal, municipio y provincia.• Descripción.• Superficie construida y superficie útil (en metros cuadrados).• Tipo de actividad económica.	5. RESUMEN DE RESULTADOS Información sobre mediciones previas de corta duración utilizadas en la fase de planificación del estudio: <ul style="list-style-type: none">• Número de mediciones realizadas.• Tipo de detector.• Zona muestreada. Tipo de detector y modelo. Laboratorio de medición. Resultados de concentración de radón superiores a 300 Bq/m ³ (junto con la incertidumbre expandida U y el valor de cobertura, k), incluyendo: <ul style="list-style-type: none">• Detalle de la zona de medición.• Código del detector. <p><i>En el caso de que el tiempo de medición se haya cubierto utilizando varios detectores, se indicará el valor promedio de todo el periodo.</i></p> Valor promedio de concentración de radón en aquellas zonas con resultados individuales superiores a 300 Bq/m ³ (obtenido como la media aritmética de los detectores expuestos en dichas zonas). <i>Se resaltarán en negrita y en letra de color rojo las zonas en la que el valor promedio supere los 300 Bq/m³.</i>
2. INFORMACIÓN SOBRE PERSONAS TRABAJADORAS Número de personas trabajadoras adscritas al centro. Información sobre la ocupación/permanencia en los distintos espacios. Declaración expresa de que las personas trabajadoras han sido informadas de la realización de las mediciones y de la finalidad de estas.	
3. PLANOS Esquema gráfico del edificio. Plano de cada planta o nivel mostrando la división en las zonas de muestreo consideradas y el código asignado a cada una de ellas. <i>Se indicarán las zonas de muestreo consideradas y el código asignado y las ubicaciones de los detectores junto al código asignado al punto de medición y al detector correspondiente.</i>	
4. CONDICIONES DE LA EXPOSICIÓN Para cada detector: <ul style="list-style-type: none">• Fecha y hora de inicio y de finalización de la exposición.• Persona encargada de la colocación y retirada. Condiciones del centro durante la exposición de los detectores incluyendo anomalías durante la exposición, desperfectos observados en el momento de la recogida, así como cualquier otra información relevante que pudiera influir en el resultado. Datos de mediciones previas (sistema de medición, ubicación de puntos de medición, resultados, etc.).	6. FECHA Y FIRMA Nombre/s de la/s persona/s que asume/n la responsabilidad del informe. Cargo en la empresa y relación contractual. 7. ANEXO Informe(s) de resultados del laboratorio de análisis acreditado.

Tabla 2. Contenido del informe de resultados de la estimación de la concentración de radón en aire según la Instrucción IS-47 del CSN.

Cuando el resultado de las mediciones iniciales de la concentración de radón en aire en los lugares de trabajo sea superior al valor de referencia en alguna de las zonas objeto de medición, será necesario definir y planificar medidas de remediación dirigidas a reducir la concentración de radón en dichas zonas o bien, medidas para reducir las exposiciones (Figura 1).

Una vez adoptadas todas las medidas indicadas en el párrafo anterior, se reevaluará el promedio anual de concentración de radón en aire en el lugar de trabajo. Si continúa habiendo zonas con concentraciones que, en promedio anual, fueran superiores al nivel de referencia deberán realizarse estudios más detallados, incluyendo la estimación de las dosis recibidas por exposición al radón por parte de las personas trabajadoras y, en el caso de superar el nivel de 6 mSv por año oficial, reducir el nivel de riesgo mediante la aplicación de un conjunto de medidas de protección radiológica basadas en el principio de optimización (Figura 1).

La estimación de la concentración de radón en aire en los lugares de trabajo se realizará de forma periódica con la frecuencia establecida por el CSN. De igual forma, deberá repetirse tras la modificación sustancial de las condiciones de los lugares de trabajo o tras la constatación de que las actividades de prevención de la exposición a radón son inadecuadas o insuficientes, o como consecuencia de la realización de controles periódicos, incluyendo en ellos la vigilancia de la salud de la población trabajadora.

3. ACTUACIONES CON BASE EN LA DOSIS EFECTIVA ANUAL

El RPSI establece que la evaluación de la exposición laboral mediante la estimación de las dosis efectivas por año oficial que puedan recibir las personas trabajadoras se realice en aquellas actividades laborales donde

no haya sido posible mantener el promedio anual de la concentración de radón en aire por debajo del nivel de referencia de 300 Bq/m³ a pesar de la adopción de medidas de remediación. Según el RPSI, tanto la estimación de estas dosis como la determinación de las medidas de protección radiológica que puedan ser necesarias se efectuarán exclusivamente por parte de una UTPR o, en el caso de existir en la empresa, de un SPR.

Estimación de la dosis efectiva por año oficial asociada a cada lugar de trabajo

La estimación de dosis que puedan recibir las personas trabajadoras con acceso a las zonas de los lugares de trabajo donde su promedio anual de concentración de radón no puede mantenerse en un nivel igual o inferior a 300 Bq/m³ tendrá en cuenta los datos de concentración de radón obtenidos previamente, la ocupación de forma permanente de estas zonas del lugar de trabajo y los coeficientes de dosis efectiva por exposición interna a radón publicados por el CSN.

Si la dosis resultante considerando una ocupación permanente de dichas zonas es inferior o igual a 6 mSv, estas se mantendrán bajo revisión. En esta situación, según el RPSI, no será necesario acometer medidas específicas de protección radiológica, solamente verificar periódicamente que no se producen cambios en los factores que influyen en dichas dosis: fundamentalmente el tiempo de permanencia y la concentración de radón.

Tal y como se establece en el artículo 19.2. d) del RPSI, si la concentración existente en una zona del lugar de trabajo puede dar lugar a una dosis efectiva a las personas trabajadoras superior a 6 mSv, es necesario clasificarla como “zona de radón”.

Estimación de la dosis efectiva por año oficial recibida por las personas trabajadoras

En lo que respecta a la exposición de las personas trabajadoras, será necesario estimar las dosis efectivas que pueda recibir cada una de ellas de forma individual, se han que tener en cuenta el acceso o permanencia en una o varias zonas donde se supere el nivel de referencia de 300 Bq/m³.

El RPSI considera como *persona trabajadora expuesta a radón* a aquella cuya dosis efectiva individual pueda ser superior a 6 mSv por año oficial. En este caso, procederá adoptar medidas específicas de protección radiológica cuyo alcance vendrá determinado por el nivel de riesgo existente en cada situación.

Si una persona trabajadora puede recibir dosis efectivas superiores a los 20 mSv por año oficial, considerando el resto de exposiciones laborales a radiaciones ionizantes, será necesario adoptar acciones con carácter inmediato (p. ej. la reubicación de la persona trabajadora).

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Dado que el radón se forma de manera continua en la coraza terrestre o en otros materiales, no es posible eliminar completamente su presencia en los lugares de trabajo. A pesar de ello, en un gran número de lugares de trabajo en recintos cerrados los niveles de concentración de radón serán con toda probabilidad tan bajos que permitirán considerar el riesgo como despreciable desde un punto de vista radiológico. Al no existir un umbral de “riesgo cero” siempre es necesario contemplar unas medidas

generales de prevención en los lugares de trabajo para lo que se tendrán en cuenta las disposiciones mínimas sobre mantenimiento y condiciones ambientales (ventilación) recogidas en los artículos 5 y 7 y los anexos II y III del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

La consideración de las disposiciones mínimas indicadas con anterioridad complementa a otras medidas específicas en aquellos lugares donde, tal y como se recoge en el RPSI, se supere el nivel de referencia de 300 Bq/m³ en la determinación inicial de la concentración anual de radón en aire. En estas situaciones, es necesaria la reducción de dicha concentración, mediante la adopción de medidas de remediación, y/o la reducción de la exposición de las personas trabajadoras mediante la reducción de los tiempos de permanencia en estos lugares de trabajo.

Medidas de remediación

Las medidas de remediación están destinadas a evitar, en primer lugar, la entrada de radón en el lugar de trabajo y, en segundo lugar, su acumulación. Este tipo de medidas, se pueden dividir en medidas de tipo constructivo o de ventilación.

Las soluciones constructivas engloban actuaciones encaminadas a aislar el edificio mediante barreras, sellado de juntas, fisuras, grietas, etc. y mediante la instalación de puertas estancas.

Las medidas de ventilación pueden adoptarse tanto en el propio lugar de trabajo como en zonas contiguas. Como ejemplos de esta segunda categoría de medidas se encuentra: la ventilación de espacios de contención (p. ej. cámaras de aire y sótanos), la despresurización del terreno adyacente al edificio y los sistemas de ventilación natural o mecánica, incluyendo los que permiten mantener los lugares de trabajo en sobrepresión. Las medidas de remediación basadas en la ventilación pueden aplicarse, en cualquier caso, como complemento a las soluciones de tipo constructivo.

La adopción las medidas de remediación se pondrá en práctica de forma rigurosa, evitando la influencia negativa en las condiciones del propio lugar de trabajo o de otros situados en las proximidades. Son ejemplos de situaciones a evitar: el desplazamiento del radón a otras zonas y la modificación de las condiciones de temperatura o humedad del aire fuera de los rangos de confort.

En aquellos casos donde, según lo dispuesto en el RPSI y en el RINR, sea necesario adoptar medidas de remediación, el diseño e implantación de las medidas de tipo no constructivo o mecánico deberá ser realizado por el SPR de la empresa o por una UTPR especializada en radiación natural. El informe donde se relacionen estas medidas deberá incluir la estimación de las dosis efectivas anuales que puedan recibir las personas trabajadoras antes y después de la implantación de dichas medidas de remediación. Cabe recordar que el artículo 103 del RINR establece que el diseño de medidas de tipo constructivo queda reservado a profesionales con la habilitación correspondiente para elaborar proyectos técnicos de edificación, por lo que el detalle de estas medidas deberá figurar en un informe independiente.

Señalización

Las zonas de los lugares de trabajo clasificadas como “zonas de radón” deben disponer de una señalización específica (artículo 19.2 d) del RPSI). En la figura 2 se

presenta el modelo de señalización recogido en la norma UNE 73001:2023 Distintivos para la señalización de zonas de exposición a radón en centros de trabajo.



Figura 2. Modelo de señal para los recintos clasificados como zona de radón propuesto en el anexo A de la norma UNE 73001:2023.

Medidas de protección radiológica

Cuando a pesar de haber adoptado todas las medidas de remediación posibles, en un lugar de trabajo no se

consiga respetar el nivel de referencia para la concentración de radón en aire y se estime que pueda haber personas trabajadoras expuestas a dosis efectivas por año oficial superiores a 6 mSv, tal y como indica el RPSI, es necesario recurrir a una UTPR especializada en radiación natural para que defina el contenido y alcance de las medidas de protección radiológica a aplicar. Entre las medidas de protección radiológica se encuentran, entre otras, la vigilancia radiológica de los lugares de trabajo y la vigilancia individual de las dosis efectivas que pueden recibir las personas trabajadoras.

En la tabla 3 se indican, de forma no exhaustiva, un conjunto medidas que pueden adoptarse para prevenir y controlar el riesgo de exposición laboral al radón. En la columna de observaciones se especifican las referencias legales de las que derivan algunas de las medidas reseñadas.

Las medidas derivadas de la evaluación del riesgo por exposición laboral a radón se incluirán tanto en la evaluación de riesgos laborales como en la planificación de la actividad preventiva de la empresa. Para establecer la prioridad de estas medidas, se tendrá en cuenta la magnitud del riesgo y el número y características individuales de las personas trabajadoras expuestas.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN O CONTROL		
MEDIDAS PARA REDUCIR LA CONCENTRACIÓN O LA EXPOSICIÓN (RPSI)	ACTUACIÓN SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO	OBSERVACIONES
	Soluciones de tipo constructivo para la reducción de la concentración de radón en el lugar de trabajo. ^{1,2}	
CLASIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	ACTUACIÓN SOBRE LAS PERSONAS TRABAJADORAS	OBSERVACIONES
	Reducción del tiempo de exposición.	
INFORMACIÓN Y CONSULTA	ACTUACIÓN SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO	OBSERVACIONES
	Clasificación y señalización como "zona de radón".	Art. 19.2. d) del RPSI. Zonas del lugar de trabajo donde, tras las acciones de remediación, existe una concentración de radón en aire que puede dar lugar a una dosis efectiva a las personas trabajadoras superior a 6 mSv por año oficial (Figura 2).
MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (RPSI)	ACTUACIÓN SOBRE LAS PERSONAS TRABAJADORAS	OBSERVACIONES
	Información sobre los resultados de los estudios de estimación de la concentración de radón.	Art. 103 del RINR y art. 8º c) de la IS-47.
	Consulta sobre las zonas con mayor permanencia y sobre las posibles medidas de remediación y/o de reducción de las exposiciones al radón.	Art. 8º b) y c) de la IS-47.
	ACTUACIÓN SOBRE LAS PERSONAS TRABAJADORAS	OBSERVACIONES
	Clasificación como personas trabajadoras expuestas al radón.	Art. 19.2. c) del RPSI. Aplicable a aquellas personas cuya dosis efectiva recibida por año oficial puede ser superior a 6 mSv.
	Información y formación en materia de protección radiológica para las personas trabajadoras con la consideración de expuestas a radón.	Art. 23 del RPSI.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN O CONTROL		
CONTROLES PERIÓDICOS (RPSI)	ACTUACIÓN SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO	OBSERVACIONES
	Actualización de las mediciones de concentración de radón en el aire de los lugares de trabajo.	Para lugares de trabajo con concentración de radón inferior o igual a 300 Bq/m ³ . Según periodicidad establecida en la Instrucción IS-47 del CSN.
	Determinación periódica del promedio anual de concentración de radón en el aire de los lugares de trabajo.	Para lugares de trabajo con concentración de radón superior 300 Bq/m ³ . Según periodicidad establecida en la Instrucción IS-47 del CSN.
	Vigilancia radiológica de los lugares de trabajo. ^{3,4}	Art. 31.2 del RPSI. Aplicable a lugares de trabajo donde la dosis efectiva recibida por las personas trabajadoras por año oficial puede ser superior a 6 mSv.
	ACTUACIÓN SOBRE LAS PERSONAS TRABAJADORAS	OBSERVACIONES
MEDIDAS DERIVADAS DE LA LPRL	Vigilancia radiológica individual. ³	Arts. 16, 31.4 y 32 del RPSI. A partir de datos dosimétricos o, cuando sea adecuado, de los resultados de la vigilancia radiológica de los lugares de trabajo. Incluye la verificación del respeto de los límites de exposición establecidos en los arts. 11, 12 y 13 del RPSI. Historial dosimétrico individual: arts. 39, 40.2, y 42 del RPSI.
	ACTUACIÓN SOBRE LAS PERSONAS TRABAJADORAS	OBSERVACIONES
	Reducción del número de personas trabajadoras expuestas.	Art. 15 de la LPRL.
	Reducción de la duración e intensidad de las exposiciones.	Art. 15 de la LPRL.
	Información, consulta, participación y formación.	Arts. 18 y 19 de la LPRL.
	Vigilancia de la salud.	Art. 22 de la LPRL.
	Medidas específicas para personas trabajadoras especialmente sensibles.	Arts. 25, 26 y 27 de la LPRL.
DISPOSICIONES MÍNIMAS APLICABLES A LOS LUGARES DE TRABAJO	Selección y utilización de equipos de protección individual (frente a la inhalación de partículas).	Art. 17 de la LPRL. Aplicable cuando el riesgo no haya podido evitarse o limitarse suficientemente mediante otras medidas de prevención y de acuerdo con lo establecido en el 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.
	ACTUACIÓN SOBRE EL LUGAR DE TRABAJO	OBSERVACIONES
	Mantenimiento de las condiciones constructivas del lugar de trabajo (ej. estanqueidad, sellado de grietas y fisuras, etc.).	Art. 5 y anexo II del Real Decreto 486/1997.
	Renovación periódica del aire de los lugares de trabajo (ventilación).	Art. 7 y anexo III del Real Decreto 486/1997.

Tabla 3. Lista no exhaustiva de medidas de prevención, protección y control en relación con la exposición laboral al radón.

¹ En los casos recogidos en el art. 103.4 del RINR, el diseño e implantación de estas medidas deberá ser encomendado al SPR de la empresa o a una UTPR autorizada por el CSN en el ámbito de la radiación natural.

² Requerirá de un informe emitido por una persona profesional con la habilitación correspondiente para la elaboración de proyectos técnicos de edificación (art. 103.4 del RINR).

³ A realizar con el asesoramiento de una UTPR autorizada por el CSN en el ámbito de la radiación natural (art. 104 del RINR).

⁴ A realizar a partir de la determinación de la concentración de radón en el aire y, en casos donde así lo determine el CSN, la medición del factor de equilibrio y de la distribución de tamaño de aerosoles o bien, la medición de las concentraciones de actividad de los descendientes del radón de vida corta.

BIBLIOGRAFÍA

Direction Générale du Travail. Guide pratique: Prévention du risque radon. En línea. Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion (Francia), 2020. Disponible en: https://travail-emploi.gouv.fr/sites/travail-emploi/files/files-spip/pdf/guide_dgt_-_prevention_du_risque_radon_-_edition2020.pdf.

Directiva 2013/59/Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/EURATOM, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/ Euratom. Diario Oficial de la Unión Europea, 13, de 17 de enero de 2014. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>.

EUROPEAN COMMISSION. Radon in workplaces – Implementing the requirements in Council Directive 2013/59/Euratom. Radiation Protection 193. Publications Office of the European Union, 2020. ISBN 978-92-76-10531-2. Disponible en: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/552398>.

Instrucción IS-33, de 21 de diciembre de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural. Boletín Oficial del Estado, 22, de 26 de enero de 2012. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/ins/2011/12/21/is33>.

Instrucción IS-47, de 9 de abril de 2025, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se aprueba el listado de términos municipales de actuación prioritaria contra el radón y se establecen directrices para las mediciones de radón en el aire interior de los centros de trabajo ubicados en ellos. Boletín Oficial del Estado, 105, de 1 de mayo de 2025. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/ins/2025/04/09/is-47>.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). Occupational intakes of radionuclides: part 3. ICRP publication 137. Annals of the ICRP, 2017, vol. 46, no. 3/4, pp. 1-486. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0146645317734963>.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). Radiological protection against radon exposure. ICRP publication 126: Annals of the ICRP, 2014, vol. 43, no. 3, pp. 5-73. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0146645314542212>.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, 269, de 10 de noviembre de 1995. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>.

Ministerio de Sanidad. Plan Nacional contra el Radón. En línea. Ministerio de Sanidad, 2024. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/areas/sanidadAmbiental/riesgosAmbientales/radon/publicaciones/docs/Plan_Nacional_contra_el_Radon.pdf.

Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado, 305, de 21 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/12/20/1029/con>.

Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado, 292, de 4 de diciembre de 2024. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2024/12/03/1217>.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, 27, de 31 de enero de 1997. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/01/17/39/con>.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado, 97, de 23 de abril de 1997. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/486/con>.

Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Boletín Oficial del Estado, 311, de 27 de diciembre de 2019. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/12/20/732>.

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. Boletín Oficial del Estado, 140, de 12 de junio de 1997. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/30/773>.

Reglamento (CE) n.º 765/2008 del Parlamento Europeo y el Consejo de 9 de julio de 2008 por el que se establecen los requisitos de acreditación y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n.º 339/93. Diario Oficial de la Unión Europea, L 218, de 13 de agosto de 2008. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/765/oj>.

UNE-73001: 2023. *Distintivos para la señalización de zonas de exposición a radón en centros de trabajo.*

UNE-EN ISO/IEC 17025:2017. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.*

Agradecimientos:

Al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) por su colaboración en la revisión del documento.