

81.1: 13

ESTUDIO SOBRE RIESGOS
LABORALES EMERGENTES
EN EL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

DOCUMENTOS
TÉCNICOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Título:

Estudio sobre riesgos laborales emergentes en el sector de la construcción.
Revisión bibliográfica

Autor:

Fernando Sanz Albert

Colaborador:

Luis María Romeo Sáez

Edita:

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)
C/ Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid
Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27
www.insht.es

Composición:

Servicio de Ediciones y Publicaciones del INSHT

Edición:

Madrid, septiembre 2013

NIPO: 272-13-049-1

Hipervínculos:

El INSHT no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSHT del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija

Catálogo general de publicaciones oficiales:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Catálogo de publicaciones del INSHT:

<http://www.insht.es/catalogopublicaciones/>

**ESTUDIO SOBRE
RIESGOS LABORALES
EMERGENTES
EN EL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN**

Revisión bibliográfica



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1	16
EMPLEO VERDE Y GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA CONS- TRUCCIÓN	16
I. Introducción	16
II. Resultados	22
Riesgos asociados a la construcción sostenible	22
Riesgos asociados a los residuos de construcción y demolición (RCD)	27
III. Conclusiones	32
IV. Claves para el futuro	36
Investigación	36
Promoción, divulgación y concienciación	36
Gestión de la prevención	37
<i>Planificación</i>	37
<i>Formación</i>	38
<i>Soluciones técnicas</i>	38
REFERENCIAS	40
CAPÍTULO 2	44
ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN ACTIVA EN LA CONSTRUCCIÓN	44
I. Introducción	44
II. Resultados	48



	Pág.
Cambios propios del proceso de envejecimiento	48
Factores de riesgo para los trabajadores mayores	49
Aspectos positivos del envejecimiento de los trabajadores ...	53
III. Conclusiones	54
IV. Claves para el futuro	56
Investigación	56
Promoción, divulgación y concienciación	57
Gestión de la prevención	58
<i>Diseño del puesto</i>	58
<i>Formación e información</i>	59
<i>Soluciones técnicas</i>	59
REFERENCIAS	61
 CAPÍTULO 3	 64
COMBINACIÓN DE FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL Y FACTORES DE RIESGO FÍSICO EN LA CONSTRUCCIÓN	64
I. Introducción	64
II. Resultados	69
Factores de riesgo psicosocial y accidentes de trabajo	69
Factores de riesgo psicosocial y trastornos musculoesqueléticos	72
III. Conclusiones	75
IV. Claves para el futuro	78



	Pág.
Investigación	78
Promoción, divulgación y concienciación	78
Gestión de la prevención	79
<i>Planificación y organización</i>	79
<i>Formación</i>	79
<i>Diseño del puesto</i>	79
REFERENCIAS	81
 CAPÍTULO 4	 84
NUEVO CONOCIMIENTO SOBRE LAS CONSECUENCIAS DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS EN LA CONSTRUCCIÓN	84
I. Introducción	84
II. Resultados	87
Nanopartículas	88
Resinas epoxi	91
Fibras minerales artificiales	94
Isocianatos	95
Disolventes orgánicos volátiles	97
Polvos de sílice cristalina	99
Polvos de madera	102
Humos de escape de los motores diésel	105
III. Conclusiones	108
IV. Claves para el futuro	112



	Pág.
Investigación	112
Promoción, divulgación y concienciación	113
Gestión de la prevención	116
<i>Evaluación del riesgo</i>	116
<i>Eliminación del riesgo</i>	118
<i>Reducción y control del riesgo</i>	118
<i>Protección de los trabajadores</i>	120
REFERENCIAS	121
 CAPÍTULO 5	 125
INCREMENTO DE PELIGROS NATURALES EN LA CONSTRUCCIÓN: RADIACIÓN SOLAR	125
I. Introducción	125
II. Resultados	128
Aspectos generales de la radiación solar (UV)	128
Nivel de exposición: intensidad de las radiaciones y tiempo de exposición	130
Consecuencias sobre la salud de los trabajadores	133
III. Conclusiones	137
IV. Claves para el futuro	139
Investigación	139
Promoción, divulgación y concienciación	140
Gestión de la prevención	140
<i>Evaluación del riesgo</i>	140



	Pág.
<i>Planificación y organización</i>	141
<i>Formación e información</i>	141
<i>Equipos de protección individual</i>	141
REFERENCIAS	143



INTRODUCCIÓN

La crisis que vive la economía española está resultando particularmente intensa para el sector de la construcción, donde la actividad de la edificación, especialmente residencial, ha sufrido con mayor dureza estos efectos; aunque también la obra civil se ha visto mermada de forma muy importante en los últimos años. Como respuesta ante esta situación, además de otras medidas de estímulo, una de las opciones por la que está apostando el sector es el desarrollo de un nuevo modelo basado en la innovación que se adapte a las necesidades sociales, económicas y medioambientales. La búsqueda de la innovación en el sector se puede hacer mediante mejoras en distintos ámbitos técnicos, tales como la utilización de materiales de mayor calidad, la incorporación de nuevas tecnologías y equipos de trabajo, la mejora de los procesos, el incremento de la eficiencia energética de los edificios, el diseño de construcciones más sostenibles medioambientalmente, etc.

Los datos de siniestralidad actuales revelan que el índice de incidencia de accidentes en jornada de trabajo con baja en el sector de la construcción ha disminuido significativamente en los últimos años. Sin embargo, este indicador sigue siendo mucho más elevado que en el resto de sectores de actividad, tanto en valor total (ver figura 1)

como por gravedad de los accidentes¹. Se pueden atribuir múltiples causas a estos accidentes de trabajo. En el caso de accidentes mortales estas causas están especialmente relacionadas con la gestión de la prevención, la organización del trabajo, la protección y señalización, los espacios de trabajo o los factores individuales².

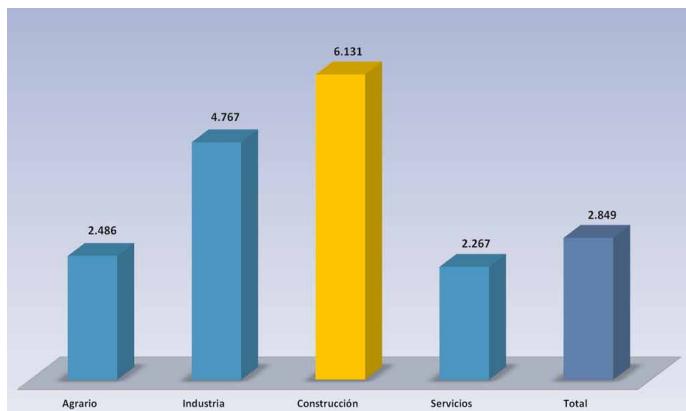


Figura 1. Índice de incidencia de accidentes con baja en jornada de trabajo por sector de actividad (Periodo octubre 2011-septiembre 2012)¹

También el número de enfermedades profesionales declaradas en la construcción engloba un porcentaje muy significativo respecto al total de casos declarados, especialmente en el caso de los hombres, y es una de las actividades donde el índice de incidencia de estas enfermedades es más elevado³.

Considerando la situación actual y los datos de siniestralidad expuestos, la construcción representa uno de los sectores prioritarios a la hora de establecer actividades preventivas específicas, en aspectos tales como formación, concienciación, sensibilización o evaluación. Pero, además, la innovación en el sector también se debe dirigir a

¹ Siniestralidad laboral. Período octubre 2011- septiembre 2012. Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo. INSHT. 2012. www.oect.es.

² Análisis de las causas de los accidentes de trabajo mortales en España. INSHT. 2010. www.oect.es

³ Informe anual 2011. Observatorio de Enfermedades Profesionales (CEPROSS) y de Enfermedades Causadas o Agravadas por el Trabajo (PANOTRATSS). 2012. www.seg-social.es.



la mejora de la prevención de riesgos laborales mediante la profundización en las causas de los problemas relacionados con la seguridad y salud que resultan persistentes en el sector y a través de la anticipación a los nuevos riesgos laborales, estudiando los cambios que se están produciendo en la sociedad en general y en el sector en particular.

En este sentido, la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007-2012⁴ ya indicaba que, con carácter general, *las nuevas actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en materia de prevención de riesgos laborales se orientarán hacia el análisis, la detección y la eliminación de las causas de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales, teniendo en cuenta que la existencia de causas múltiples aconseja poder aislar o definir las más determinantes, así como hacia el conocimiento de riesgos laborales nuevos y emergentes, su anticipación y su prevención*. Más recientemente, el Comité Consultivo para la Seguridad y Salud en el Trabajo, en un documento en el que hace recomendaciones sobre la estructura y el contenido de la nueva Estrategia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo para el periodo 2013-2020⁵, indica, entre otros puntos, que *los riesgos nuevos o emergentes deberían identificarse con objeto de desarrollar el conocimiento en lo relativo a su impacto sobre la seguridad y salud de los trabajadores. Este conocimiento debería determinar la base para las actuaciones preventivas, incluyendo los aspectos legislativos si es necesario*.

El presente estudio identifica y analiza los riesgos laborales emergentes más relevantes en el sector de la construcción mediante el estudio de los cambios sociodemográficos, económicos, tecnológicos, científicos, normativos o naturales que se están produciendo en la actualidad (entendiendo estos cambios como agentes precursores de los riesgos emergentes), con el objeto de recopilar evidencias científicas y aportar datos e información reciente que revele la importancia que estos riesgos pueden tener en un escenario de futuro y promover, de este modo, la anticipación a dichos riesgos y la

⁴ Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007- 2012. INSHT. www.insht.es.

⁵ Community strategy implementation and advisory committee action programme. The Advisory Committee on Safety and Health at Work. 2012. www.ec.europa.eu.



identificación de nuevas causas a los problemas persistentes para la seguridad y salud de los trabajadores del sector de la construcción.

Riesgo emergente⁶: cualquier riesgo nuevo que va en aumento.

Por nuevo se entiende que:

- El riesgo no existía anteriormente y está causado por nuevos procesos, tecnologías o tipos de lugar de trabajo, o por cambios sociales u organizativos; o que
- Se trata de un problema persistente que pasa a considerarse como un riesgo debido a un cambio en las percepciones sociales o públicas; o que
- Un nuevo conocimiento científico da lugar a que una cuestión no novedosa se identifique como un riesgo.

El riesgo va en aumento cuando:

- Aumenta el número de factores de peligro que dan lugar al mismo,
- La exposición al factor de peligro que da lugar al riesgo aumenta (nivel de exposición y número de personas expuestas), o
- El efecto del factor de peligro sobre la salud de los trabajadores empeora (gravedad de los efectos sobre la salud y número de personas afectadas).

Partiendo de esta definición de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo⁶ , se ha considerado que no todos los riesgos emergentes son nuevos en rigor, sino que muchos de ellos son riesgos tradicionales que se enmarcan en un nuevo escenario laboral, conformado por los agentes precursores citados, y que conlleva una modificación de ciertas condiciones de trabajo que pueden incrementar las variables que definen la magnitud de dichos riesgos (factores de riesgo, nivel de exposición, consecuencia del riesgo, trabajadores expuestos, etc.), o que aumentan la percepción o conciencia sobre los mismos.

Se debe tener en cuenta que los agentes precursores no actúan de forma aislada en la configuración de los nuevos escenarios, sino que suelen estar relacionados entre sí, de forma que un cambio en cualquiera de ellos suele conllevar cambios en otro agente precursor.

⁶Definición del Observatorio Europeo de Riesgos de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. www.osha.europa.eu



Figura 2. Representación de la conformación de nuevos escenarios de riesgos laborales.

Para el desarrollo de este estudio se ha realizado una revisión bibliográfica de estudios desarrollados por organismos de prestigio (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, etc.) a fin de identificar, bajo el enfoque anteriormente descrito, los principales escenarios de riesgos emergentes que pueden tener especial importancia en el sector de la construcción en España.

En base a todo ello, se han determinado cinco escenarios de riesgos emergentes en el sector, que son los siguientes:

1. Empleo verde y gestión de residuos en la construcción.
2. Envejecimiento de la población activa en la construcción.
3. Combinación de factores de riesgo psicosocial y factores de riesgo físico en la construcción.
4. Nuevo conocimiento sobre las consecuencias de la exposición a agentes químicos en la construcción.
5. Incremento de peligros naturales en la construcción: radiación solar.

El análisis de los riesgos emergentes asociados a estos escenarios se ha realizado mediante la revisión de artículos científicos y documentos técnicos publicados mayoritariamente en revistas o por



organismos del ámbito de la seguridad y salud laboral en los últimos años y relativos, en general, a estudios en el sector de la construcción. Para la búsqueda de estos artículos se ha utilizado, principalmente, la base de datos de la biblioteca del INSHT⁷ y se ha consultado el análisis de la literatura científica en materia de condiciones de trabajo y salud en el sector de la construcción realizado por el Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo del INSHT⁸.

Este documento consta de cinco capítulos en los que se recogen los aspectos más destacables de la revisión bibliográfica realizada sobre los citados escenarios de riesgos emergentes. En la introducción de cada capítulo, se reflejan los motivos por los que los riesgos analizados se consideran emergentes, para lo cual se relacionan con los agentes precursores que actúan y con datos (principalmente de siniestralidad, percepción del riesgo o condiciones de trabajo) que evidencien la importancia que pueden tener esos riesgos en el sector de la construcción en España. En la segunda parte de cada capítulo, se recogen los resultados más relevantes encontrados en los documentos revisados, destacando aspectos tales como: los oficios, ocupaciones o colectivos de la construcción más afectados; los tipos de obras, operaciones, procesos, equipos, materiales o productos de la construcción que suponen mayor exposición al riesgo; las situaciones de la construcción de especial riesgo; la gravedad de las consecuencias, etc. En el apartado de conclusiones, se relacionan los hallazgos de los estudios revisados, resumiendo los aspectos más importantes de los riesgos emergentes analizados, de modo que se puedan identificar los principales puntos en los que se deben basar las actuaciones preventivas. Estas actuaciones quedan reflejadas en el apartado de claves para el futuro, donde se indican las prioridades generales y recomendaciones que se pueden adoptar para anticiparse a los nuevos riesgos o para abordar aquellos que resultan persistentes, centrándose en aspectos relacionados con la investigación, la promoción, divulgación y concienciación, y la gestión de la prevención de riesgos laborales en las empresas.

⁷ Catálogo Biblioteca del INSHT. www.insht.es.

⁸ Análisis de la literatura científica en materia de condiciones de trabajo y salud en el sector de la construcción: un estudio bibliográfico. Observatorio Estatal de las Condiciones de Trabajo (INSHT). 2010. www.oect.es.



Entre las limitaciones de este estudio, debe destacarse la dificultad que supone la identificación y análisis de riesgos laborales en un escenario de futuro en un sector con pronóstico incierto y bajo previsiones sobre las que no siempre se dispone de datos objetivos atribuibles al ámbito laboral. Además, la siniestralidad en la construcción encierra, como se ha comentado, diversas causas, muchas de ellas no fácilmente evidenciables. También se debe tener en cuenta que los resultados de los estudios revisados, además de presentar sus propias debilidades y sesgos, no siempre muestran consenso científico debido a la relación compleja, multifactorial y difícil de ponderar de algunos de los riesgos emergentes analizados.

Independientemente de las prioridades identificadas para cada escenario analizado, como conclusión general del estudio se puede afirmar que para abordar los riesgos emergentes en el sector de la construcción es necesario incrementar el conocimiento respecto a los riesgos derivados de las nuevas tecnologías, equipos, materiales y productos que se utilizan en la construcción, así como incidir en la concienciación de los empresarios, mandos intermedios y trabajadores sobre ciertos riesgos presentes en la construcción que pueden conllevar graves consecuencias para la seguridad y salud y que, a menudo, pueden ser causa poco conocida de siniestralidad o enfermedades profesionales. Para ello es fundamental entender la actuación multidisciplinar como una de las claves para reducir la siniestralidad y las enfermedades profesionales en el sector, y aplicar el principio de precaución e intervención ante aquellos riesgos de difícil evaluación mediante una adecuada planificación de los trabajos.

Por último, los resultados de este estudio y las conclusiones del mismo deben entenderse, en todo caso, sin perjuicio de la evidente necesidad de abordar los riesgos tradicionales del sector, dentro su singularidad y problemática en lo relativo a la prevención de riesgos laborales, bajo la normativa aplicable y los criterios proporcionados por la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.⁹

⁹ Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. INSHT. 2012 (2^a edición). www.insht.es



CAPÍTULO 1

EMPLEO VERDE Y GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN

I. Introducción

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), en un informe reciente sobre las oportunidades de empleo que presenta la economía verde, afirma que el modelo de desarrollo actual es insostenible, no sólo desde el punto de vista ambiental, sino también desde la perspectiva económica, social y laboral. En este contexto, el desarrollo de una economía medioambientalmente sostenible puede contribuir a la generación de numerosos puestos de trabajo dentro del llamado empleo verde, que es definido como todo trabajo decente que contribuye directamente a reducir los efectos en el medio ambiente de las empresas, los sectores económicos o la economía en general mediante la reducción del consumo de energía y de recursos, la reducción de las emisiones, los residuos y la contaminación, y la conservación o restauración de los ecosistemas (1). La transformación hacia una economía verde será más importante en determinados sectores clave, entre los que se incluye la construcción de edificios nuevos y la



restauración del patrimonio de edificios viejos (1). La OIT también ha llevado a cabo un estudio sobre el desarrollo de este modelo económico en España, en el cual se recopilan y analizan datos sobre la creación de empleo verde y su tendencia en nuestro país. En el informe que recoge los aspectos más importantes de este estudio se valora el empleo verde en nuestro país como una buena oportunidad para ganar competitividad, avanzar en la creación de empleo de calidad y reducir el impacto medioambiental de la economía; y también destaca la construcción como un sector clave dentro de este nuevo modelo económico (2).

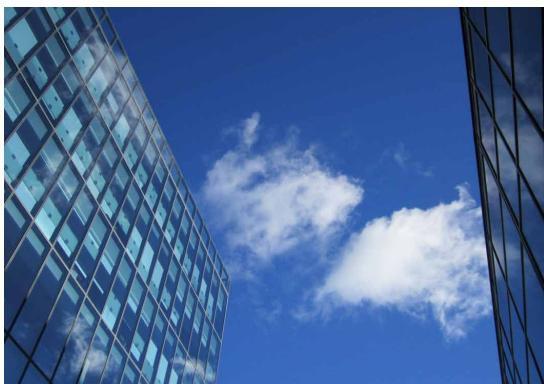


Ilustración 1. Fachadas de edificios sostenibles.

En este contexto, es patente la tendencia creciente entre proyectistas y constructores de adoptar nuevos diseños en la edificación que permitan una mayor sostenibilidad del entorno natural mediante la reducción del consumo de energía y materias primas, una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero y la minimización y mayor aprovechamiento de los residuos. En determinados aspectos, esta tendencia está influida por los requerimientos normativos, tales como las exigencias normativas previstas en el Código Técnico de Edificación sobre ahorro de energía, por las que se establece una contribución mínima de energía solar para agua caliente y de energía fotovoltaica para energía eléctrica en los edificios (3). Este modelo también está siendo impulsado por la implantación de programas de certificación de los llamados edificios ecológicos, los cuales están

basados en la sostenibilidad medioambiental, y contemplan criterios tales como el emplazamiento sostenible, la protección y eficiencia del agua, la eficiencia energética y las energías renovables, la conservación de materiales y recursos naturales, la calidad del ambiente interior o la innovación en el diseño.

Asimismo, el incremento de las actividades de gestión de los residuos que se generan en la construcción también puede ser consecuencia del desarrollo de este nuevo modelo de economía en el sector y de los cambios en la normativa medioambiental. Así, la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre residuos (4) (transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados (5)) establece el nuevo marco jurídico de la Unión Europea para la gestión de los residuos, proporcionando los instrumentos que permiten disociar la relación existente entre crecimiento económico y producción de residuos, y haciendo especial hincapié en la prevención, entendida como el conjunto de medidas adoptadas antes de que un producto se convierta en residuo, para reducir tanto la cantidad y contenido en sustancias peligrosas como los impactos adversos de los residuos generados sobre la salud humana y el medio ambiente. Esta directiva incorpora el principio de jerarquía en la producción y gestión de residuos, que ha de centrarse en la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclaje u otras formas de valorización (incluida la valorización energética).



Ilustración 2. Residuos de demolición.

La aspiración de esta directiva marco de residuos es transformar la Unión Europea en una sociedad del reciclado y contribuir a la lucha contra el cambio climático; para ello establece una serie de objetivos generales y medidas en la gestión de los residuos destinados a fomentar la preparación para la reutilización y el reciclado, así como la implantación de recogida separada por materiales. Dentro de estos objetivos generales, se establecen objetivos específicos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización de residuos de construcción y demolición (RCD). Así, antes de 2020, la cantidad de RCD no peligrosos destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos. A su vez, el RD 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los RCD, imponen al productor y poseedor de estos residuos una serie de obligaciones con el fin de fomentar, por este orden, la prevención, la reutilización, el reciclado y otras operaciones de valorización, garantizando que los RCD destinados a operaciones de eliminación reciben un tratamiento adecuado y se contribuye a un desarrollo sostenible de la actividad de la construcción (6). Los datos actuales muestran una tendencia creciente en la cantidad de RCD destinados a operaciones de valorización de los materiales; de hecho la suma de residuos de este tipo destinados a recuperación (regeneración, reciclado o compostaje) y a operaciones de relleno representa aproximadamente un 60% del total de RCD gestionados (7).

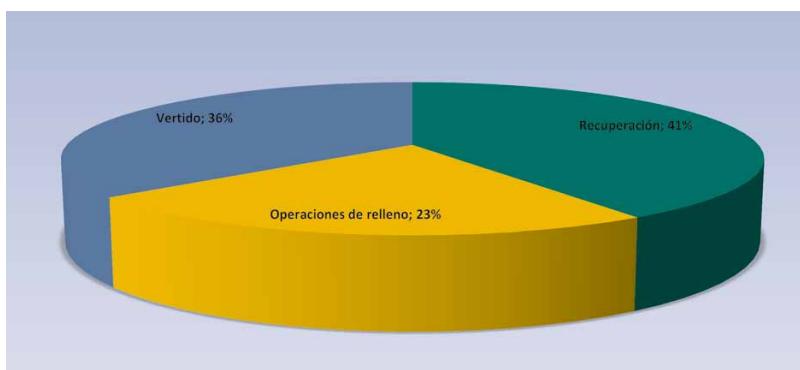


Figura 1. Porcentaje de RCD según el tipo de tratamiento. Datos de 2010. Fuente (7).



En su conjunto, este nuevo escenario en la construcción supone cambios en los procesos constructivos, la introducción de tecnologías limpias y materiales ecológicos y un incremento de determinadas operaciones relacionadas con la valorización de residuos, que pueden originar, además de beneficios medioambientales, impactos positivos y negativos sobre la seguridad y salud de los trabajadores, debido a la modificación de las condiciones de trabajo. En este sentido, la OIT, en un informe elaborado con el fin de promover la seguridad y salud en este nuevo modelo económico, destaca que la seguridad y salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente deberían estar intrínsecamente vinculados con el fin de garantizar un enfoque integral del desarrollo sostenible (8). Este informe recoge algunos de los riesgos relacionados con el empleo verde y con la tendencia hacia este modelo más sostenible de ciertos sectores tradicionales, entre los que se encuentra la construcción y rehabilitación de edificios. Los empleos en la construcción ecológica presentan muchos riesgos laborales similares a los que se presentan en la construcción tradicional (relacionados con los espacios de trabajo, trabajos en altura, herramientas y equipos eléctricos, espacios confinados, almacenamiento y manipulación de productos químicos, etc.). Sin embargo, el surgimiento de nuevas situaciones (como la instalación de tecnologías de energía renovable en altura), combinado con la utilización de nuevos materiales de construcción (tales como materiales de aislamiento o productos que contienen nanomateriales) también pueden ser fuentes de riesgos laborales emergentes. El informe también destaca que la exposición al amianto en el sector de la demolición y la renovación puede ser particularmente peligrosa en el nuevo escenario, y difícil de controlar de un modo totalmente seguro (8).

Cabe mencionar también que el Observatorio Europeo de Riesgos, perteneciente a la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (AESST), está llevando a cabo en la actualidad un estudio con objeto de establecer escenarios para 2020 en lo relativo al uso de las tecnologías en empleos verdes, y analizar el impacto que estas tecnologías pueden tener sobre la seguridad y la salud de los trabajadores, de modo que los resultados del estudio puedan ayudar a anticiparse a dichos riesgos. El estudio consta de tres fases y hasta la



fecha se han emitido dos informes en los que se identifican, respectivamente, a los agentes que pueden originar las nuevas tendencias en el uso de las tecnología en empleos verdes y las tecnologías claves que se van a utilizar en estos trabajos (9), (10). En el informe correspondiente a la segunda fase del proyecto se identifican las principales tecnologías que deberán explorarse con más profundidad en la tercera fase del estudio, y se describe el desarrollo que se prevé que estas tecnologías van tener en el futuro y cómo pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. Entre las tecnologías identificadas, se consideró que las relacionadas con la construcción pueden introducir variaciones importantes en los próximos años (especialmente en la edificación), aunque estas dependerán en gran medida de la evolución de la situación económica y de las políticas de incentivos que se adopten. El primer lugar de esta lista está ocupado por las tecnologías asociadas a la gestión de residuos y al reciclado. Se considera que tanto los mencionados cambios normativos relativos a los residuos como el aumento en el precio de las materias primas supondrán una mayor actividad en la gestión de los residuos y, por lo tanto, un incremento de la exposición a los riesgos asociados a la recogida, separación o reciclado de residuos, tales como los derivados de la manipulación durante la recogida y separación de residuos, la exposición a productos químicos y a microorganismos. En el caso de la construcción, además es posible que se desarrollen tareas relacionadas con la gestión de los residuos que supongan una exposición a determinados elementos que contienen sustancias peligrosas desconocidas por los trabajadores.

En el presente capítulo se analizan los principales riesgos laborales asociados al empleo verde en la construcción. Para ello, por un lado, se han identificado las actividades, tecnologías y materiales asociados a la construcción sostenible, principalmente de edificios, que puedan tener especial importancia por los riesgos que presentan para los trabajadores.

Asimismo, se han identificado los residuos que habitualmente se generan en las actividades de construcción y demolición y se ha buscado en la bibliografía la procedencia de estos residuos en las obras de construcción y las operaciones o tareas en las que los trabajadores pueden entrar en contacto con estos residuos, tratando de asociar los

residuos y las operaciones con las tendencias medioambientales que pueden incrementar las situaciones de riesgo para los trabajadores.

II. Resultados

Riesgos asociados a la construcción sostenible

La tendencia a mejorar la eficiencia energética mediante nuevos diseños en los edificios y el incremento en el acondicionamiento de los edificios antiguos para obtener un mayor aprovechamiento de los recursos naturales (especialmente de la luz solar, a través grandes espacios acristalados, lucernarios o claraboyas) puede conllevar un aumento del número de puestos de trabajo en donde se realizan actividades para mejorar dicha eficiencia energética, y, por lo tanto, se podrá ver incrementado el número de trabajadores expuestos a los riesgos asociados a estas operaciones (11). Así, para la instalación de estos elementos acristalados los trabajadores deben desarrollar tareas en altura, cerca de huecos o mediante el uso de andamios y plataformas elevadoras extensibles, con un intenso tráfico de operarios, lo que supone un importante riesgo de caída en altura. Además, los paneles de cristal utilizados en los atrios y espacios acristalados suelen resultar muy pesados y, a menudo, su instalación requiere actividades que suponen posturas forzadas, lo que puede dar lugar a una alta incidencia de trastornos músculoesqueléticos (TME).



Ilustración 3. Tránsito por cubierta acristalada.



Ilustración 4. Instalación de cubierta acristalada.

Otros trabajos importantes para obtener ahorro energético son los relacionados con la instalación de cerramientos y ventanas para mejorar el aislamiento de los edificios. Estas tareas, además de implicar trabajos en altura, pueden exponer a los trabajadores al riesgo de contacto eléctrico, ya que la instalación de ventanas o de elementos aislantes supone a menudo trabajar en andamios o en cubiertas donde el trabajador puede encontrarse cerca de líneas aéreas en tensión (11).

Durante los trabajos de aislamiento para reducir las pérdidas de calor también se pueden encontrar riesgos de exposición a sustancias químicas peligrosas. Así, los isocianatos se emplean en la espuma de poliuretano utilizada tradicionalmente como aislante en edificios. Los isocianatos pueden producir asma, irritación de las vías respiratorias y dermatitis. La fibra de vidrio sintético también es utilizada como material de aislamiento y contiene fibras de vidrio, lana mineral y fibras cerámicas. Las fibras de vidrio, que se fabrican con silicio, pueden causar irritación en ojos, vías respiratorias y piel. Respecto a las fibras cerámicas, se sabe que pueden causar cáncer y fibrosis pulmonar en animales (11). Los trabajos de sustitución de los mencionados materiales tradicionalmente utilizados como aislantes por otros más ecológicos (fibra de madera, arcilla, etc.) pueden incrementar el riesgo de exposición a los primeros durante su retirada. Los riesgos asociados a los isocianatos y a las fibras minerales artificiales son tratados con más detalle en el capítulo 4 de este documento.

Otros trabajos que pueden adquirir importancia, debido al acondicionamiento de edificios antiguos para obtener una mayor eficiencia energética, son los derivados de la adecuada gestión de los residuos que se generan durante dicho acondicionamiento. Las tendencias en la gestión y en la normativa hacia modelos más sostenibles medioambientalmente están originando un incremento en las operaciones de reutilización y reciclado de los residuos que se generan como consecuencia de las actividades de construcción y, por lo tanto, de los riesgos asociados a estas actividades, los cuales se verán más adelante.

En cuanto a los riesgos asociados directamente a la incorporación en los edificios de tecnologías limpias, la creciente utilización de paneles solares (térmicos y fotovoltaicos) y, en menor medida, de aerogeneradores está suponiendo un incremento en la importancia de determinados riesgos debidos al incremento de operaciones que se realizan en condiciones de trabajo peligrosas. Los paneles solares y los aerogeneradores se instalan generalmente en la cubierta de los edificios, lo que supone un elevado riesgo de caída en altura, no sólo durante la instalación de estos elementos, sino también durante su mantenimiento. Además, en algunos casos, estas instalaciones las realizan trabajadores que no siempre están familiarizados con los trabajos en altura, como es el caso de los electricistas (12). Otro riesgo importante relacionado con estas tecnologías es el de contacto eléctrico, especialmente cuando se realizan trabajos en edificios donde la energía eléctrica proviene tanto de la red de energía fotovoltaica como de la red general.



Ilustración 5. Instalación de panel solar en cubiertas.



En estos casos, el interruptor general actúa sobre la red general, pero no sobre la red de energía fotovoltaica; por lo tanto el riesgo de contacto eléctrico puede seguir presente a pesar de haber cortado la tensión mediante el interruptor general. En la literatura revisada, se han encontrado casos de accidentes muy graves y mortales de trabajadores de la construcción por estas causas (11). Asimismo, en la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, la inclusión de un interruptor diferencial en cualquier parte de la instalación fotovoltaica no proporciona protección en caso de derivación de algún elemento de la parte continua de la instalación; y la desconexión eléctrica entre la parte fotovoltaica y la red pública no anula la tensión en la parte de continua, que permanece mientras haya luz solar (13). La utilización de paneles solares también está asociada al riesgo de incendio, ya que estos paneles y especialmente los colectores solares pueden alcanzar altas temperaturas y podrían actuar como fuente de ignición. Además, los paneles solares térmicos tienen unas dimensiones de aproximadamente 1 m x 3 m y pueden resultar muy pesados, por lo que resultan difíciles de manipular para colocar en las cubiertas, y se pueden producir sobreesfuerzos y TME, principalmente en la zona lumbar (11).

Además, en la composición de los paneles solares se utilizan sustancias químicas muy peligrosas, tales como polvo de silicio, cadmio y dióxido de selenio. Aunque estas sustancias, en condiciones normales, están encerradas en los paneles, podría haber exposición para los trabajadores que los manipulan si existen defectos de fabricación o se dañan durante la instalación, así como durante la retirada de los paneles al final de su vida útil o en las futuras demoliciones de edificios con estos paneles (14).

En lo relativo al comportamiento medioambiental que tiene un material de construcción, y que lo puede englobar dentro de la construcción sostenible, este depende de diversos parámetros relacionados con el ciclo de vida del producto que determinan el impacto medioambiental del mismo desde su extracción hasta su eliminación. Por lo tanto, dentro del concepto de material sostenible se consideran requisitos relativos, no sólo a la seguridad de los edificios, sino también a la durabilidad, economía energética, protección del medio ambiente, etc. En la bibliografía se han encontrado algunas

referencias a riesgos asociados a materiales de construcción considerados respetuosos con el medio ambiente debido a sus características de durabilidad, reducida generación de residuos y su origen natural o de material reciclado. Así, en los últimos años se está produciendo un incremento potencial en la utilización de materiales de construcción derivados de la nanotecnología. De hecho, se estima que existen más de 50 productos basados en nanotecnologías que ya se están utilizando en la construcción (15). Algunos de estos materiales podrían ser considerados ecológicos porque incrementan la durabilidad y resistencia de ciertas estructuras y productos, reduciendo así los residuos generados por el deterioro de las construcciones. Por ejemplo, de los nanotubos de carbono se esperan beneficios tales como la durabilidad mecánica y la prevención de grietas en el cemento o la mejora de las propiedades mecánicas y térmicas en los productos cerámicos. A pesar de los importantes avances que suponen estos materiales, todavía no existe evidencia de que sean seguros, tanto en términos de salud humana como de impactos medioambientales. Las propiedades de los nanomateriales, incluida la forma en que reaccionan con otros compuestos químicos y con el sistema biológico, pueden variar sustancialmente respecto a los materiales tradicionales con la misma composición. Algunos nanomateriales pueden localizarse en órganos e incluso en las mitocondrias (11). Los riesgos asociados a los nanomateriales en la construcción son tratados con más detalles en el capítulo 4 de este documento.



Ilustración 6. Paneles fotovoltaicos.



La madera se considera uno de los materiales de construcción más ecológicos, ya que, teniendo en cuenta todos los factores de su ciclo de vida, su comportamiento medioambiental es superior al de otros productos empleados en construcción: necesita un menor gasto energético en su producción, es natural, biodegradable, reciclabl, un excelente aislante y fija el CO₂ en su crecimiento. En este sentido, y teniendo en cuenta que una de las principales preocupaciones relativas a la seguridad contra incendios de los edificios se relaciona con los materiales utilizados, en la bibliografía se han encontrado referencias al uso creciente de productos obtenidos a partir de madera reciclada mediante técnicas de ingeniería, cuyo uso reduce significativamente el consumo de materia prima en la construcción pero presenta un comportamiento preocupante ante el fuego (16).

Dentro de los materiales de construcción respetuosos con el medio ambiente también se podrían incluir los derivados del aprovechamiento de subproductos industriales, y que se incluyen como aditivos a determinados materiales de la construcción; es el caso de las cenizas de carbón que se añaden al hormigón. Las cenizas de carbón son un subproducto de la combustión del carbón y puede contener restos de arsénico, mercurio y otras sustancias que pueden poner en peligro la salud de los trabajadores, especialmente en operaciones que supongan perforación o demolición de estas estructuras (17).

Riesgos asociados a los residuos de construcción y demolición (RCD)

La Lista Europea de Residuos recoge los siguientes residuos peligrosos relacionados con las obras de construcción y demolición (18):

- Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas.
- Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
- Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
- Alquitrán de hulla y productos alquitranados.
- Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.



- Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
- Materiales de aislamiento que contienen amianto.
- Materiales de construcción que contienen amianto.
- Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
- Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
- Residuos de construcción y demolición que contienen bifenilos policlorados (PCB)
- Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.

Los riesgos asociados a estos residuos dependen fundamentalmente de la peligrosidad de los productos químicos de los que proceden y que puedan quedar contenidos en los RCD y en los envases vacíos de esos productos. Los productos químicos que habitualmente se utilizan en construcción son: cemento, aditivos para hormigón y mortero, yesos, desencofrantes, poliuretanos, combustibles, detonadores y explosivos, pinturas y barnices, disolventes, productos bituminosos (asfalto), adhesivos, resinas y siliconas, limpiadores, grasas y aceites lubricantes (19). Se clasifica un residuo como peligroso cuando tiene características que lo convierten en explosivo, oxidante, fácilmente inflamable, inflamable, irritante, nocivo, tóxico, cancerígeno, corrosivo, infeccioso, tóxico para la reproducción, mutagénico, sensibilizante, ecotóxico; así como a los residuos que emiten gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, con el agua o con un ácido, y los residuos susceptibles, después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera, por ejemplo, un lixiviado que posee alguna de las características antes enumeradas (5). La naturaleza de los peligros de los residuos se puede conocer a partir de la ficha de datos de seguridad del producto que lo genera.

En la ficha de datos de seguridad también se incluyen recomendaciones para un tratamiento adecuado y seguro de los residuos que origina el producto.



Ilustración 7. Envase vacío contaminado

En la demolición o retirada de determinados elementos constructivos (cables, pavimentos, paramentos con pintura asfáltica, etc.) los trabajadores pueden estar expuestos a mezclas bituminosas con alquitrán de hulla, al cual se asocian efectos carcinogénicos y tóxicos para la reproducción. La creosota de alquitrán de hulla se ha utilizado en el pasado en el tratamiento de las traviesas de madera utilizadas en construcciones ferroviarias. Los trabajadores que realizan trabajos en la retirada, reutilización o reciclaje de las traviesas de vía antigua pueden verse expuesto a este compuesto. La exposición prolongada a bajos niveles de este compuesto, especialmente a través de contacto directo de la piel, se ha relacionado con cáncer de piel y escroto (20).

El mercurio se utiliza en determinados elementos presentes en viviendas y edificios industriales (lámparas de vapor, tubos fluorescentes, interruptores, termostatos, medidores de presión, etc.). Durante la manipulación y retirada de residuos de rehabilitación o demolición de estos edificios los trabajadores pueden verse expuestos a materiales que contengan mercurio metálico o elemental en forma de vapor o líquido. La vía primaria de absorción del vapor de mercurio es por inhalación; una exposición durante un periodo determinado y a una dosis adecuada puede producir toxicidad, dando lugar daños en cerebro, riñón y pulmones, además de producir efectos neurológicos adversos (21).



Ilustración 8. Demolición de edificio.

Respecto a los PCB, estos compuestos tuvieron un uso muy extendido a mediados del siglo XX debido a su alta estabilidad térmica y a su resistencia a la inflamabilidad, pero al descubrirse sus efectos perniciosos sobre la salud, su uso fue prohibido a partir de 1986. Sin embargo, durante los procesos de demolición o desmantelamiento de edificios e instalaciones industriales, los trabajadores todavía pueden manipular elementos que contienen estos compuestos, tales como pinturas, ceras, sellantes en juntas de hormigón, resinas aislantes, revestimiento de suelo, acristalamientos dobles, transformadores y condensadores, refrigerantes en equipos eléctricos, etc. El Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015 (22) establece, entre otros, objetivos relativos a la descontaminación de transformadores y aparatos que contiene PCB, lo cual requerirá una adecuada recogida, separación, envasado, almacenamiento y entrega al gestor autorizado de estos residuos por parte de los trabajadores de la construcción que realicen tareas de demolición y desmantelamiento de edificios o instalaciones con estos elementos. Estudios en trabajadores expuestos han observado alteraciones en la sangre y la orina que pueden indicar daño al hígado. Además existen estudios en trabajadores que han asociado la exposición a PCB con ciertos tipos de cáncer, tales como cáncer de hígado y del tracto biliar. La International Agency for Research on Cancer (IARC) ha determinado que los PCB son probablemente carcinogénicos en seres humanos (23).

Aunque el uso de amianto está ahora prácticamente prohibido en la Unión Europea, sigue habiendo gran cantidad de este material en diversos elementos constructivos. El amianto se ha empleado durante mucho años por sus buenas cualidades aislantes y de resistencia al calor en elementos tales como paredes (en forma de paneles de aislamiento en tabiques), recubrimientos y pinturas texturizados, baldosas, suelos de linóleo, calderas con aislamiento térmico, aislamiento de las estructuras de acero de los edificios, conductos de ventilación, techos (como cortafuegos en los huecos del techo), instalaciones eléctricas, sistemas de calefacción (como aislamiento térmico en tuberías, calentadores y calderas), tejados (sobre todo en forma de productos de fibrocemento), etc.



Ilustración 9. Retirada de amianto.

Las fibras de amianto, si se inhalan, pueden tener efectos graves para la salud, pues producen enfermedades como la asbestosis o amiantosis, cáncer de pulmón y mesotelioma. No se conoce un nivel seguro de exposición al amianto, pero cuanto mayor sea la exposición, mayor es el riesgo de desarrollar una enfermedad relacionada con él. El tiempo transcurrido entre la exposición y la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad puede llegar a ser de hasta treinta años (24). Aunque la retirada del amianto sólo puede ser realizada por empresas acreditadas para ello (inscritas en el Registro de Empresas acreditadas para la Retirada de Amianto, RERA), la tendencia en el acondicionamiento de edificios viejos para obtener



un mejor aislamiento y un ahorro energético puede suponer un incremento en la manipulación de los trabajadores de la construcción de alguno de estos elementos residuales, de forma que pueden estar expuestos a amianto no siendo siempre conocedores del riesgo (11).

Algunos autores sugieren que es posible una nueva oleada de enfermedades causadas por la exposición al amianto en trabajadores del sector de la construcción, debido a la manipulación de residuos de construcción durante la rehabilitación de edificios (25).

Relacionados en menor medida con el residuo del que se trate y de su peligrosidad, existen diversos riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores de la construcción que están asociados a determinadas operaciones que pueden ir en aumento por cumplir los requerimientos normativos de reutilizar, reciclar y obtener una mejor gestión de los residuos, tales como la recolección, separación según el tipo de residuo (madera, metal, plásticos, vidrio, hormigón, material cerámico, papel y cartón, etc.), desmantelamiento pieza a pieza de determinados elementos, envasado y transvase y almacenamiento previo de los residuos. Cuando el residuo está destinado a reutilización o reciclaje, estas operaciones suponen una manipulación de los mismos de dos a tres veces superior que cuando se retiran para su eliminación, lo que podría aumentar los riesgos físicos asociados a dichas operaciones, tales como pinchazos, cortes, caídas al mismo nivel, esguinces, sobreesfuerzos, etc. Además, la necesidad de incluir múltiples contenedores para una adecuada separación de los residuos puede generar congestión en el lugar de trabajo y en las entradas y salidas a la obra (26). Esto puede conllevar un incremento en los riesgos asociados al tránsito de peatones y al tráfico de vehículos y maquinaria (atropellos, choques, etc.). El aumento en las operaciones de reutilización de tierras y áridos también puede suponer una mayor utilización y tráfico de camiones y maquinaria pesada en la obra, lo cual puede conllevar un incremento en los riesgos anteriormente mencionados, así como de otros riesgos asociados a estos equipos (vuelcos, golpes con partes móviles, atrapamientos, etc.).

III. Conclusiones

Las nuevas tendencias en la construcción de edificios suponen una indudable mejora medioambiental al introducir elementos que



permiten un menor consumo de energía, una reducción de emisiones medioambientales y un mejor aprovechamiento de los residuos que se generan. Sin embargo, los documentos revisados ponen de manifiesto que esta mejora medioambiental no tiene por qué ir siempre asociada a una mejora para la seguridad y salud de los trabajadores del sector, ya que la rápida transición hacia esta nueva forma de edificación puede conllevar una falta de control sobre las nuevas condiciones de trabajo de estos empleos verdes. De hecho, estos trabajos requieren a menudo la realización de operaciones en condiciones de trabajo distintas a las habituales, lo que puede conllevar riesgos nuevos o un incremento de los riesgos tradicionales en la edificación. Esta situación se puede dar, por ejemplo, en los mencionados trabajos de instalación de paneles fotovoltaicos en las cubiertas de los edificios, donde se requiere la actuación de electricistas cualificados que no están necesariamente familiarizados con la realización de tareas en altura. Muchos de los accidentes derivados de estas nuevas condiciones de trabajo podrían evitarse tomando las decisiones adecuadas durante las fases previas a la realización de las tareas de construcción y, especialmente, durante la fase de diseño y planificación (27). Por ello, un factor clave para prevenir los riesgos derivados de empleos verdes en la construcción es elegir los materiales, equipos y procedimientos de trabajo teniendo en cuenta, entre otros aspectos, el estado del desarrollo tecnológico. Por supuesto, también se requerirá adiestrar a los trabajadores en la realización de estos trabajos y aportarles la formación necesaria, a partir del conocimiento actual, sobre los riesgos que estas operaciones, tecnologías y materiales pueden llevar asociados y sobre las medidas preventivas que se han de adoptar. La construcción basada en la eficiencia energética y la renovación sostenible requiere el desarrollo de competencias y una formación más profunda que la exigida para la construcción tradicional con objeto de mejorar las condiciones de trabajo en el sector (8).



Ilustración 10. Edificio acristalado (2).

Asimismo, las aspiraciones de la normativa europea y nacional de incrementar el porcentaje de residuos de construcción y demolición que son destinados a reutilización, reciclaje u otro tipo de valorización traerán unas previsibles ventajas medioambientales y de salud pública. Sin embargo, el aumento de operaciones tendentes a obtener ese objetivo pueden incrementar el número de trabajadores expuestos a los riesgos derivados de los residuos. En el caso de utilizar productos peligrosos, los residuos generados pueden dejar de ser útiles, pero todavía pueden mantener su valor y sus características de peligrosidad, por lo que en las operaciones para valorizar estos residuos es fundamental conocer las características de peligrosidad de los productos de los que proceden. Además, el modelo de construcciones energéticamente más eficientes puede suponer un incremento en las obras de reforma y rehabilitación de edificios para mejorar su aislamiento. Esta circunstancia puede generar un aumento en la exposición a materiales contaminados con elementos peligrosos, tales como el amianto, durante su retirada para sustituirlos por materiales más eficientes y ecológicos.

Respecto a los residuos no peligrosos, aunque sus características intrínsecas no supongan, a priori, una situación de riesgo para los trabajadores que los manipulan, el incremento en las operaciones de recolección, separación, envasado y almacenaje previos a la entrega, así como el aumento en el número de contenedores para separar adecuadamente los residuos y mejorar su posterior gestión, también

puede generar un aumento en la frecuencia con la que los trabajadores se exponen a determinados riesgos no directamente asociados a los residuos (pinchazos, sobreesfuerzos, atropellos, etc.).

En lo relativo a las operaciones de valorización de residuos, exceptuando la reutilización de tierras y áridos, estas son habitualmente realizadas por el gestor autorizado una vez son entregadas por la empresa constructora. No obstante, los requerimientos normativos y las ventajas económicas de obtener un valor de los residuos pueden generar un mayor número de operaciones de reutilización, reciclado u otro tipo de valorización de los residuos, realizadas por los propios trabajadores de las obras. La operaciones de valorización de residuos más habituales son: la reutilización de envases vacíos, la utilización de residuos como combustible, el reciclado y la recuperación de sustancias orgánicas (compostaje), la recuperación de metales o compuestos metálicos, el reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas, la regeneración de ácidos o de bases, la valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación, la valorización de componentes procedentes de catalizadores, la regeneración u otro nuevo empleo de aceites, el tratamiento de los suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos (5). Los riesgos derivados de estas operaciones son de muy diverso índole y su importancia dependerá, en gran medida, de la tendencia con que el sector de la construcción acoja los principios establecidos en la normativa para una adecuada gestión de los residuos.



Ilustración 11. Movimiento de tierras mediante retroexcavadora.



En todo caso, se puede afirmar que las condiciones de trabajo no son más seguras en los edificios ecológicos que en los tradicionales y que es esencial abordar enérgicamente tanto los riesgos tradicionales como los nuevos riesgos asociados a este modelo de edificación para aprovechar las valiosas oportunidades que dicho modelo ofrece al sector y, a la vez, se incrementen la seguridad y salud del empleo verde en la construcción (8).

IV. Claves para el futuro

Investigación

- Se requieren nuevos estudios para poder conocer con más detalle qué impactos positivos y negativos supondrá la incorporación de las tecnologías limpias y materiales ecológicos en la construcción, de forma que se pueda estimar si estos avances suponen un mayor incremento en la seguridad y salud de los trabajadores o, por el contrario, se pueden estar originando riesgos que durante el proceso de transición desde la construcción tradicional hacia la construcción sostenible pueden traer una mayor incidencia de determinados accidentes o enfermedades profesionales. Para anticiparse a los riesgos, es fundamental conocer en detalle los nuevos peligros y sus consecuencias antes de que los cambios tecnológicos se impongan en el sector.
- Estudiar la forma en la que el sector va introduciendo los requerimientos normativos relativos a la gestión de residuos en los próximos años y analizar los cambios que se pueden producir en cuanto a procesos, gestión, tecnología utilizada, etc. puede ayudar a anticiparse a determinadas situaciones de riesgo que pueden adquirir especial importancia en un escenario de futuro. En este sentido, resultaría particularmente interesante conocer las operaciones de reutilización y reciclaje que se pueden introducir en el futuro en las obras, así como su tecnología asociada, e identificar los riesgos asociados a esta nueva situación.

Promoción, divulgación y concienciación

- Determinados riesgos asociados a los empleos verdes en la construcción pueden afectar a trabajadores que no están completamente



familiarizados con las condiciones de trabajo en las que realizan las tareas ni con las tecnologías y materiales que manipulan. La elaboración de documentos divulgativos sobre los riesgos en los empleos verdes en la construcción pueden ayudar a sensibilizar a los empresarios y trabajadores para anticiparse a los accidentes y enfermedades profesionales asociados a dichos empleos.

- Estos documentos divulgativos pueden contemplar los tipos de residuos que se pueden encontrar en las obras de construcción, la procedencia de esos residuos y cómo identificar la naturaleza de sus peligros a fin de evaluar adecuadamente el riesgo para los trabajadores que pueden manipular o entrar en contacto con los mismos, así como sugerir medidas preventivas adecuadas para minimizar el riesgo antes de que éstos vayan en aumento. Estos documentos también pueden recoger información sobre los riesgos no asociados directamente a los residuos pero que pueden presentarse durante las tareas de recolección, separación, envasado y almacenamiento de los mismos.

Gestión de la prevención

Planificación

- Las ventajas que supone el modelo de construcción basado en la sostenibilidad medioambiental deben ir acompañadas de una correcta planificación de los trabajos y un adecuado diseño del puesto de trabajo, considerando el avance tecnológico en la selección de los materiales, equipos de trabajo y procedimientos de trabajo. En la planificación también se deben contemplar las operaciones de recolección, separación, envasado, almacenamiento, reutilización, reciclaje y entrega al gestor de los residuos generados durante los procesos de construcción. En todo caso, el principio que debe primar tanto en la gestión medioambiental como en la gestión de los riesgos generados por los residuos producidos en la construcción es, tal como establece la normativa de ambos ámbitos, la prevención en el origen, es decir, seleccionar los materiales, estimar las cantidades necesarias y planificar las fases y procesos de la obra con objeto de minimizar simultáneamente la generación de residuos y de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.



- Los riesgos en el sector de la construcción dependen en gran medida de los materiales constructivos que se utilizan y de los residuos que estos generan. Por ello, a la hora de planificar la adquisición de materiales, estos deben cumplir no sólo requisitos relativos a la seguridad de la construcción y de sostenibilidad medioambiental, sino también requerimientos relacionados con la seguridad y salud de los trabajadores que los manipulan. En este sentido, a la hora de seleccionar y adquirir un material de construcción, este debe cumplir con el Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la comercialización de productos de construcción, por el cual se establecen las condiciones para la introducción en el mercado o comercialización de los productos de construcción estableciendo reglas armonizadas sobre cómo expresar las prestaciones de los productos de construcción en relación con sus características esenciales y sobre el uso del marcado CE en dichos productos (28).

Formación

- La formación en este nuevo escenario en el sector de la construcción debe orientarse no sólo hacia el desarrollo de competencias en aspectos técnicos, sino también hacia la adquisición de conocimiento sobre los riesgos que están asociados a los avances tecnológicos, a los nuevos materiales y a los residuos que se generan.

Soluciones técnicas

- Las innovaciones en las técnicas preventivas también pueden ser necesarias para prevenir algunos de los riesgos que se han mencionado. Por ejemplo: la implantación de soluciones ergonómicas durante la manipulación de los paneles solares o elementos acristalados, tales como los sistemas de manipulación por vacío, facilitan en gran medida la instalación de estos elementos y reducen la incidencia de TME durante los trabajos. En estos trabajos también puede ser necesario utilizar sistemas de protección colectiva anti-caída de muy alta resistencia para responder a las situaciones especialmente difíciles con cargas pesadas (29). Para evitar los riesgos de electrocución por contacto con la red fotovoltaica, es fundamental la selección y utilización de los medios de

desconexión y dispositivos adecuados que garanticen la seguridad de los trabajadores en caso de desconexión, sobretenión o derivaciones eléctricas, así como realizar una configuración adecuada del sistema (13).



Ilustración 12. Instalación de muro cortina mediante sistemas automáticos de manipulación por vacío.

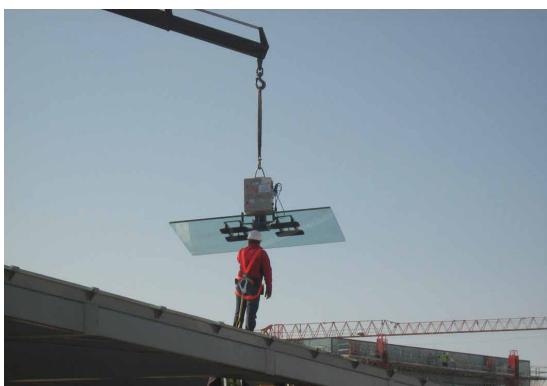


Ilustración 13. Instalación de cubierta acristalada mediante sistema de manipulación por vacío.



REFERENCIAS

- (1) International Labour Organization. Working towards sustainable development. Opportunities for decent work and social inclusion in a green economy [online]. Geneva: ILO, 2012. Disponible en: http://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_181836/lang--en/index.htm.
- (2) International Labour Organization. Green jobs for sustainable development. A case study of Spain [online]. España: Paralelo Edición, 2012. Disponible en: http://www.ilo.org/empent/units/green-jobs-programme/about-the-programme/WCMS_186715/lang--en/index.htm.
- (3) España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado, 28 de marzo de 2006, núm. 74, p.11816.
- (4) Unión Europea. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos y por la que derogan determinadas directivas. Diario Oficial de la Unión Europea, 22 de noviembre de 2008, núm. L 312, p. 3.
- (5) España. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Boletín Oficial del Estado, 29 de julio de 2011, núm. 181, p. 85650.
- (6) España. Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Boletín Oficial del Estado, 13 de febrero de 2008, núm. 38, p. 7724.
- (7) Instituto Nacional de Estadística. Encuesta sobre recogida y tratamiento de residuos. Tratamiento de residuos (datos de 2010) [online]. España: INE, 2010.



- Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft26%2Fe068%2Fp01&file=inebase&L=0>.
- (8) International Labour Organization. Working towards sustainable development. Promoting safety and health in a green economy [online]. Ginebra: ILO, 2012. Disponible en: http://www.ilo.org/safework/info/WCMS_175600/lang--en/index.htm.
 - (9) European Agency for Safety and Health at Work. Foresight of new and emerging risks to occupational safety and health associated with new technologies in green jobs by 2020. Phase 1: key drivers of change. [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/foresight-green-jobs-drivers-change-TERO11001ENN/view?searchterm=>
 - (10) European Agency for Safety and Health at Work. Foresight of new and emerging risks to occupational safety and health associated with new technologies in green jobs by 2020. Phase 2: key technologies [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/foresight-green-jobs-key-technologies/view?searchterm=>
 - (11) CHEN, H. Green and healthy jobs [online]. Silver Spring: The Center for Construction Research and Training, 2010. Disponible en: <http://www.cpwr.com/pdfs/Green-Healthy%20Jobs%20fnl%20for%20posting.pdf>.
 - (12) LACOURCELLE, C. Développement durable: eco-construction et nouveaux risques. Prévention BTP: 2010, n 133, p. 4-5.
 - (13) MELCHOR, N.R et al. Seguridad eléctrica de plantas fotovoltaicas con conexión en baja tensión. Dyna Energía y Sostenibilidad: 2008, V.83, P 104-112.
 - (14) Silicon Valley Toxics Coalition. Toward a just and sustainable solar energy industry [online]. San Francisco: SVTC, 2009. Disponible en. http://svtc.org/wp-content/uploads/Silicon_Valley_Toxics_Coalition_-_Toward_a_Just_and_Sust.pdf
 - (15) BRUN, B.; LECOMpte, C. 5 Nanotech novelties [online]. San Francisco: Sustainable Industries, 2007. Disponible en: <http://www.sustainableindustries.com/articles/2007/03/5-nanotech-novelties>.
 - (16) GOLINVEAU, T. No es fácil ser ecológica [online]. NFPA Journal Latinoamericano, 2007. Disponible en: http://nfpa.jla.org/?activeSeccion_var=50&art=382.
 - (17) U.S. Environmental Protection Agency. New Release: Epa announces plans to regulate coal ash [online]. EPA, 2010. Disponible en: <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/a7b2ee8e45551c138525735900404444/4eca022f6f5c501185257719005dfb1b!OpenDocument>.



- (18) Unión Europea. Decisión 2000/532/CE, de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Unión Europea, 6 de septiembre de 2000, L 226, p.3
- (19) Fundación Laboral de la Construcción. Guía sobre los productos químicos más utilizados en la construcción [online]. España, Fundación Laboral de la Construcción, 2010. Disponible en: <http://www.fundacionlaboral.org/noticia/la-fundacion-laboral-desarrolla-una-guia-sobre-los-productos-quimicos-mas-utilizados-en-el-sector-de-la-construccion-4501>.
- (20) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Creosota de madera, creosota de alquitrán de hulla y alquitrán de hulla [online]. Atlanta, ATSDR, 2002. Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_ph85.html.
- (21) RAMÍREZ, A.V. Intoxicación ocupacional por mercurio. An Fac med: 2008, 69(1), p. 46-51.
- (22) España. Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015. Boletín Oficial del Estado, 26 de febrero de 2009, núm 49, p. 19843.
- (23) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public health statement for polychlorinated biphenyls (PCBs) [online]. Atlanta, ATSDR, 2000. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=139&tid=26>.
- (24) European Agency for Safety and Health at Work. Asbestos in construction [online]. Fact nº 51. 2004. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/factsheets/51>.
- (25) ENGHOLM, G.; ENGLUND, A. Asbestos hazard in the Swedish construction industry-recent trends in mesothelioma incidence. Scand J Work Environ Health: 2005, 31 suppl 2, p. 27-30.
- (26) GAMBATESE, J.A.; RAJEDRAN, S.; BEHM, M.G. Green design and construction: Understanding the effects on construction workers safety and health. Professional Safety: 2007, V 52, n 5, p 28-35.
- (27) PALOMO, M.A. Integración de la prevención en fase de proyecto de construcción [online]. Barcelona, Bol Not@as PI, 2009. Disponible en: http://www.prevencionintegral.com/articulos/@datos/_ORP2008/704.pdf.



- (28) Unión Europea. Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea, 4 de abril de 2004, L 88, p. 5.
- (29) AENOR. Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto, Métodos de ensayo, UNE EN 13374:2004. Madrid: AENOR, 2004.



CAPÍTULO 2

ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN ACTIVA EN LA CONSTRUCCIÓN

I. Introducción

En el año 2006, la Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo informaba de un previsible incremento de trabajadores de edad avanzada en las empresas europeas en las próximas décadas. Este fenómeno es debido principalmente a que el número de personas jóvenes está disminuyendo considerablemente a la vez que aumenta el número de personas de edad avanzada. La Comisión Europea señala que son tres las tendencias responsables de este cambio: la continua subida de la esperanza de vida debido a una significativa mejora en la salud y calidad de vida de la población europea; el aumento del grupo de edad de más de 65 años para el año 2030, momento en el cual la generación del baby boom alcanzará la edad de jubilación; y el constante descenso del índice de natalidad por diversas razones (1).

En el Tercer Informe Demográfico publicado por la Comisión Europea en 2011, se revela que el porcentaje de población de la UE por



encima de los 65 años se ha incrementado, pasando de un 13,7% en 1990 a un 17,4% en 2010; y se prevé que en 2060, en torno a un 30% de la población de la UE estará por encima de esa edad. Evidentemente, estos cambios demográficos tendrán importantes consecuencias sociales, económicas y presupuestarias. Con objeto de mantener las pensiones y los servicios sociales y de salud pública necesarios ante este incremento de la población mayor, se requieren fórmulas para promover un envejecimiento de la población activa saludable y activo que permita un modelo de economía y sociedad basado en la solidaridad y cooperación entre generaciones (2).

En este escenario, en España se ha aprobado la Estrategia Global para el Empleo de los Trabajadores y las Trabajadoras de Más Edad 2012-2014 (Estrategia 55 y más), que incluye medidas de gran relevancia social y económica destinadas a elevar la tasa de empleo y reducir el desempleo de este colectivo, favorecer el mantenimiento en el empleo para contribuir a la prolongación de la vida laboral, mejorar las condiciones de trabajo, especialmente en lo referente a la seguridad y la salud laboral, y promover la reincorporación al mercado de trabajo (3). Esta Estrategia marca, entre otras, líneas de actuación relacionadas con las condiciones de los trabajadores, con especial atención a la seguridad y salud en el trabajo.

En lo referente a la evaluación de riesgos, la vigilancia de la salud y la formación e información de los trabajadores, en la Estrategia se indica que, de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional de la Salud, a partir de los 55 años, la población es más vulnerable a una serie de procesos patológicos directamente relacionados con el propio envejecimiento y las patologías degenerativas consustanciales y reflejo, por otra parte, del efecto acumulado a largo plazo de estilos de vida poco saludables. Además, una persona que lleva realizando las mismas funciones durante mucho tiempo genera una monotonía en su desempeño que puede tener consecuencias negativas en su salud.

En este escenario, según señala la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (AESST), el envejecimiento de la población activa es considerado un riesgo laboral emergente, ya que los trabajadores de mayor edad pueden ser más vulnerables que los jóvenes a ciertos riesgos laborales que se derivan de unas condiciones de trabajo deficientes, debido principalmente a los cambios

psicofísicos propios del proceso de envejecimiento (4). El envejecimiento de la población activa puede tener especial importancia en determinados sectores, como es el de la construcción, en los que se desempeñan trabajos peligrosos, con elevada carga física y que requieren ciertas cualidades de los trabajadores para poder realizar las operaciones de forma segura.

Las estadísticas de población activa en España reflejan que el porcentaje de trabajadores de más de 50 años ocupados en el sector de la construcción sigue una tendencia creciente en los últimos años (5).

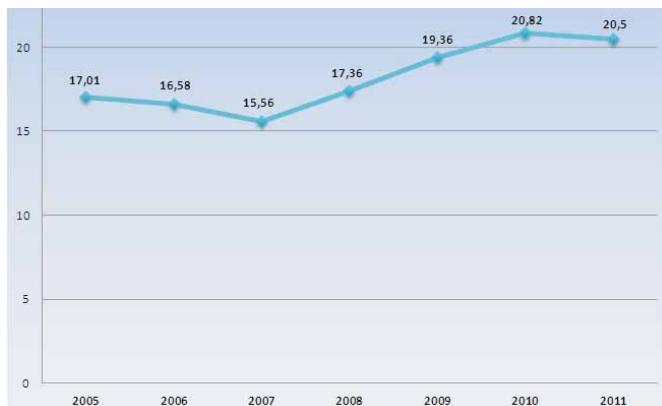


Figura 1. Porcentaje de trabajadores mayores de 50 años ocupados en el sector de la construcción. Periodo 2005-2011 (5).

Este incremento en los próximos años del porcentaje de trabajadores mayores expuestos a los riesgos propios del sector de la construcción podría dar lugar a un incremento en la incidencia de determinados tipos de accidente y enfermedades profesionales. Tal como se refleja en el informe elaborado por el INSHT en 2010 sobre el sector de la construcción, en el marco de las actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad y peligrosidad, la tasa de incidencia de accidentes de trabajo en el sector de la construcción en España disminuye con la edad; sin embargo, se produce un incremento progresivo en la incidencia de accidentes graves y mortales según avanza la

edad del trabajador para la mayor parte de las divisiones de actividad estudiadas (construcción de redes, demolición y preparación de terrenos, otras construcciones de obra civil, edificación y otras actividades de construcción especializadas) (6). Aunque este efecto es común para el conjunto de todas las actividades económicas, tiene mayor impacto en el sector de la construcción. Según este informe, para todos los grupos de edad, las siete ocupaciones más frecuentes entre los trabajadores de 55 años y más en el sector de la construcción son: albañiles y mamposteros (31,6%); gerencia de empresas con menos de 10 asalariados (6,7%); electricistas (6,2%); fontaneros e instaladores de tuberías (5,3%); pintores, barnizadores y empapeladores (5,2%); peones de construcción (4,7%); y operadores de máquinas móviles (3,1%). Comparados con otros grupos de edad del sector, los trabajadores de 55 años y más tienen mayor presencia en la ocupación de albañiles y mamposteros y en la de gerencia de empresas con menos de 10 asalariados; mientras que en la ocupación de peones de la construcción, los mayores de 55 años y más tienen menor presencia que otros grupos de edad.



Ilustración 1. Instalación de bordillos de hormigón.

Para el resto de ocupaciones, la presencia de los trabajadores de 55 años y más es similar a la de otros grupos de edad. Las cinco formas de accidente más importantes en nuestro país en trabajadores



de mayores de 55 años en la construcción son: sobreesfuerzo físico (35,8%); golpes sobre o contra objetos como resultado de una caída (15,7%); golpes sobre o contra objetos como resultado de un tropiezo o choque contra un objeto inmóvil (9,9%); choque o golpe con un objeto que cae o se desprende (7,1%); contacto con un agente material cortante (4,3%). Estas formas de accidente son las mismas para todos los grupos de edad y en porcentajes muy similares (6).

También cabe destacar que, tal como se infiere de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, el 34,7% de los trabajadores manifiesta que no podrá seguir realizando el mismo trabajo pasados los 60 años, siendo la construcción el sector donde más alto es el porcentaje de trabajadores que manifiestan esta percepción, con un valor cercano al 50% (7).

En este capítulo se estudian los efectos que puede tener el envejecimiento de la población activa sobre la seguridad y salud de los trabajadores de la construcción. Para ello se han identificado, por un lado, los cambios físicos y psicológicos propios del proceso de envejecimiento y, por otro, los riesgos laborales que pueden tener mayor importancia en los trabajadores mayores del sector, para lo cual se han buscado las condiciones de trabajo y los factores de riesgo que pueden afectar especialmente a este colectivo. También se identificarán los aspectos positivos que el envejecimiento de la población puede tener en los trabajos de construcción, y que deben ser potenciados para compensar los efectos negativos que la edad provoca.

II. Resultados

Cambios propios del proceso de envejecimiento

El proceso de envejecimiento conlleva diversos cambios psicofísicos que pueden dificultar la realización de ciertas tareas y podrían incrementar determinados riesgos asociados a las condiciones de trabajo propias del sector de la construcción, tanto en lo que se refiere a la probabilidad de que se materialice el daño como en la gravedad de las consecuencias. Entre los cambios que parecen ir más asociados al proceso de envejecimiento se pueden citar los siguientes (8), (9), (10), (11):



Cambios neurológicos:

- Pérdida de la agilidad y capacidad de reacción refleja.
- Pérdida de memoria.
- Reducción de la capacidad de asociación de ideas.

Cambios físicos:

- La respuesta a la demanda física puede verse reducida por la disminución del gasto cardíaco y por una menor tolerancia a la actividad física.
- Los trabajadores mayores son más susceptibles de perder masa muscular y por lo tanto ven disminuida su fuerza.
- La densidad ósea disminuye con la edad, lo que repercute en una mayor propensión a las fracturas.
- Los trabajadores mayores son más susceptibles a alteraciones inflamatorias crónicas, que están relacionadas con la artritis y dolencias que pueden limitar la movilidad articular.
- La composición y peso del cuerpo tiende a cambiar con los años; se produce una mayor predisposición a la diabetes y la hipertensión y se reduce la flexibilidad y movilidad.

Cambios sensoriales:

- Pérdida progresiva de la capacidad visual; reducción de la agudeza y el campo visual, disminución de la capacidad de adaptación al contraste y al color, deslumbramientos, etc.
- Pérdida progresiva del sentido de la audición; la presbiacusia se caracteriza por una pérdida de audición gradual pero significativa que afecta a todas las frecuencias.

Factores de riesgo para los trabajadores mayores

Teniendo en cuenta los mencionados aspectos propios del proceso de envejecimiento, determinadas características propias del sector de la construcción pueden incrementar la vulnerabilidad de los trabajadores mayores en lo relativo a su seguridad y salud. Así, la mayor parte de los trabajadores de la construcción están sometidos a una elevada demanda física diaria que, a menudo, supone manipulación



de cargas pesadas, uso de equipos que vibran, posturas forzadas, posturas estáticas prolongadas, etc. Además, el sector se caracteriza por unas condiciones ambientales severas, elevados niveles de ruido, largas jornadas de trabajo, períodos de trabajos irregulares y cambios frecuentes en los puestos de trabajo. La mayoría de las tareas de la construcción llevan una combinación de múltiples exposiciones a factores de riesgo físicos, que pueden incrementar el riesgo de lesión o daño para la salud de trabajadores mayores (8).

Los trabajadores mayores de la construcción suelen trabajar en condiciones relacionadas con los TME y resulta habitual que continúen trabajando con dolencias asociadas a estos trastornos y con las limitaciones que éstos provocan (12), observándose, en este colectivo, una mayor prevalencia de dolores en las extremidades, espalda y cuello (13). También se han encontrado evidencias de una mayor prevalencia de TME en hombros, manos, muñecas y rodillas en carpinteros que han trabajado en el sector durante muchos años. Los TME entre trabajadores mayores pueden predisponerles a sufrir más daños de esta naturaleza; así, se ha observado que los carpinteros que experimentaron alguna lesión en la espalda tenían un mayor riesgo de sufrir una segunda lesión en esa zona en los años siguientes a la primera lesión (14).

El agravamiento de los problemas de audición en trabajos con exposición a elevados niveles de ruido es otro efecto especialmente asociado a trabajadores mayores de la construcción. Este problema tiene particular importancia en los trabajadores de más de 60 años, en los que existe mayor prevalencia de presbiacusia, y que han estado durante gran parte de su vida laboral expuestos a elevados niveles de ruido (especialmente, exposiciones por encima de los 85 dBA) (15). Esta afirmación es coherente con los datos sobre enfermedades profesionales en el sector de la construcción en España, de los cuales se infiere que la pérdida auditiva aumenta progresivamente con la edad del trabajador (16).

Se debe tener en cuenta que en el sector de la construcción los trabajadores pueden estar expuestos a altos niveles de ruido provenientes principalmente de los equipos de trabajo, tales como el



Ilustración 2. Utilización de martillo combinado para la instalación de fijaciones.

martillo neumático (103-113 dB), el perforador neumático (102-111 dB), la sierra industrial (88-102 dB), la grúa (90-96 dB), la retroexcavadora (84-93 dB), etc. (17). Además de los trastornos sobre la salud debidos a este riesgo, el problema de la pérdida de audición en los trabajadores mayores puede dar lugar a un mayor riesgo de sufrir accidentes. En este sentido se ha encontrado un estudio sobre la relación entre el riesgo de accidente y los trabajadores con problemas de audición, que concluye que una pérdida de audición de 20 dB se relacionó significativamente con un incremento en el riesgo de sufrir un accidente. Los accidentes pasivos y las caídas al mismo nivel son las que más se relacionan con la pérdida de audición (18).

Respecto a las caídas en altura, los resultados de un estudio llevado a cabo sobre trabajadores de la construcción en EE UU. muestran que el porcentaje de accidente mortales por caída en altura es diferente en función de la edad del trabajador, y que las caídas son una forma de accidente más prevalente entre trabajadores mayores (19). El índice de incidencia de accidentes mortales en trabajadores de más de 55 años es significativamente mayor que en trabajadores jóvenes en la mayoría de las ocupaciones de la construcción estudiadas. Los trabajos que muestran mayor riesgo son los que se realizan en cubiertas, el montaje de estructuras y la instalación de líneas eléctricas. En los trabajos en cubierta y en trabajos con escaleras manuales, el índice de incidencia de accidentes mortales es significativamente mayor en trabajadores mayores que en trabajadores jóvenes. Aunque las causas

que explican estos datos son difíciles de encontrar, el estudio sugiere que pueden estar relacionadas con la pérdida de visión y audición, los problemas de salud crónicos o los TME, así como la falta de ejercicio, propios de la edad. La biomecánica asociada a las personas mayores puede favorecer los resbalones y caídas con peores consecuencias ya que, como se ha mencionado, el proceso de envejecimiento lleva asociado que la reacción física sea más lenta, la movilidad articular disminuya, la elasticidad de los tejidos se vea reducida y se produzca una pérdida de fuerza (19).

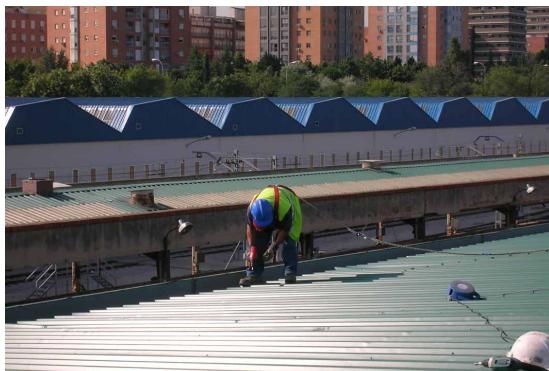


Ilustración 3. Fijación de paneles en cubierta

También se observa una mayor prevalencia de determinadas enfermedades profesionales en trabajadores mayores del sector, tales como neumoconiosis, mesoteliomas o asbestosis. Probablemente esta mayor prevalencia en trabajadores mayores es debida al estado de latencia entre la primera exposición al agente causante de la enfermedad y el desarrollo de la misma (8).

De la literatura también se extraen algunos resultados relativos a operaciones propias de determinadas ocupaciones de la construcción que pueden dar lugar a un mayor riesgo para la salud de trabajadores mayores del sector. Así, en trabajos de carpintería se suelen realizar tareas repetitivas que pueden dar lugar a problemas en las articulaciones, por ejemplo por uso de martillo y destornillador. En tareas de albañilería se manipulan frecuentemente materiales pesa-

dos, incrementando el riesgo de sufrir TME. Durante tareas de enlucido y enyesado es común trabajar en condiciones húmedas que pueden incrementar la incidencia de problemas de reuma (20).



Ilustración 4. Enyesado de tabique.

Aspectos positivos del envejecimiento de los trabajadores

La presencia de trabajadores mayores en el sector de la construcción también conlleva valores positivos, frente a trabajadores más jóvenes, que deben ser aprovechados en aras de mejorar la seguridad y salud en las obras. Generalmente estos aspectos positivos son relativos a determinadas características mentales que mejoran con el envejecimiento y que están, en gran medida, asociados a la experiencia en el trabajo, tales como el conocimiento, la habilidad para deliberar, razonar y comprender de forma global, la comunicación verbal, el compromiso con el trabajo o la motivación (10), (20).

Se han encontrado en la bibliografía algunos resultados distintos a los esperados en cuanto a la incidencia de accidentes y enfermedades profesionales en trabajadores mayores respecto a trabajadores más jóvenes en el sector de la construcción. Estos resultados pueden ser explicados por estos aspectos positivos ligados a la edad. Así, a pesar de los problemas visuales y otros problemas de percepción en las personas mayores, incluyendo la agudeza visual, sensibilidad en los contrastes y alteraciones en la percepción de la profundidad y la distancia, no se ha encontrado asociación entre la pérdida de agudeza

visual y un incremento en el riesgo por esta causa. Estas consecuencias positivas pueden ser debidas a la experiencia de los trabajadores mayores en la realización de las tareas, la adopción habitual de las medidas preventivas y de protección de este colectivo, así como una mejor forma de afrontar el trabajo y las situaciones de estrés, lo cual puede compensar los efectos adversos que el envejecimiento provoca en ciertas capacidades perceptivas (15).



Ilustración 5. Trabajos de albañilería en vía ferroviaria.

III. Conclusiones

Los cambios característicos del proceso de envejecimiento en combinación con las condiciones de trabajo propias de la construcción pueden incrementar la vulnerabilidad de los trabajadores mayores del sector ante ciertos riesgos laborales, especialmente en lo que se refiere a las consecuencias de esos riesgos y la gravedad de los daños. De hecho, los daños en los trabajadores mayores del sector de la construcción son menos frecuentes respecto a los trabajadores más jóvenes pero de mayor gravedad, y requieren más tiempo para recuperarse (6), (8). Es decir: los trabajadores mayores en el sector de la construcción tienen menos probabilidades de sufrir daños que los trabajadores jóvenes, pero sus consecuencias son más graves. La reducción en la probabilidad puede deberse a que los aspectos positivos que supone la experiencia de este colectivo compensan los aspectos negativos de los procesos de envejecimiento, como la pér-



dida de habilidades o la aparición de problemas perceptivos o cognitivos; mientras que el incremento en la gravedad de las consecuencias podría estar relacionado con la mayor vulnerabilidad que presentan los trabajadores mayores debido a esos cambios negativos, principalmente en las características físicas (8), (15).

De los documentos revisados se pueden extraer algunas conclusiones relativas a los riesgos que pueden afectar especialmente a los trabajadores mayores de la construcción. Es habitual que los trabajadores mayores de la construcción realicen tareas asociadas a TME y que continúen realizando dichas tareas a pesar de estas dolencias (12), (13), (14).

Un riesgo que parece ir muy asociado a los trabajadores mayores en la construcción es la pérdida de audición, ya que en tareas con altos niveles de ruido, como es habitual en la construcción, las consecuencias de la presbiacusia se pueden agudizar en este colectivo (8), (16), (15). También se han encontrado resultados que indican una mayor prevalencia en los trabajadores mayores de la construcción de ciertas enfermedades asociadas a agentes químicos, tales como la asbestosis. Esto podría ser debido, como se ha mencionado, al estado de latencia entre la primera exposición al agente causante de la enfermedad y el desarrollo de ésta; pero también a que este colectivo ha podido estar expuesto durante más tiempo al riesgo (8). En lo relativo a los accidentes mortales, el riesgo de caída en altura es, según algunos estudios, especialmente importante en este colectivo. En otros países se ha observado que los índices de incidencia de accidentes mortales por caídas en altura son significativamente superiores en trabajadores mayores que en trabajadores más jóvenes (19).

Otra conclusión que se puede extraer de los resultados de la revisión es que determinadas enfermedades y formas de accidente pueden estar más asociados al colectivo de trabajadores mayores debido a que este tiene más presencia que los trabajadores jóvenes en ciertas ocupaciones; esto también podría explicar la mayor prevalencia de asbestosis en trabajadores mayores, que tienen mayor presencia en trabajos de demolición, donde es frecuente encontrar elementos que contienen amianto (6). En cualquier caso, existen determinados riesgos que pueden afectar a los trabajadores mayores independientemente de la tarea que habitualmente realicen, tal como ocurre en el caso de la



exposición al ruido, que afecta a muchos trabajadores de la obra que no están manejando ningún equipo que genere altos niveles de ruido pero se encuentran en las inmediaciones de estos.

En general, como aspectos positivos se puede afirmar que, aunque las capacidades físicas de los trabajadores mayores se ven reducidas, algunas características de carácter psicológico pueden mejorar y reducir la probabilidad de que el trabajador cometa negligencias o errores que repercutan en su seguridad y salud, por lo que algunos autores sugieren que los trabajadores mayores deben realizar trabajos con menos exigencia física y promover el aprovechamiento de las capacidades que mejoran con los años (10).

Se debe tener en cuenta que algunos de los datos positivos que se han observado, relativos a accidentes y enfermedades profesionales de trabajadores mayores, pueden explicarse porque los trabajadores mayores que prolongaron su vida laboral eran un grupo más sano (15).

IV. Claves para el futuro

Investigación

- Los datos recogidos en la bibliografía sobre los daños en trabajadores mayores en la construcción se centran fundamentalmente en TME y en accidentes de caídas en altura (8). Las consecuencias reales que los efectos de la edad pueden implicar sobre la seguridad y salud de los trabajadores son difíciles de evaluar sin un estudio longitudinal con un número significativo de trabajadores de más de 60 años (15). Por ello, conviene desarrollar estudios en el sector de la construcción con objeto de identificar con más profundidad las formas de accidente y las enfermedades profesionales a los que son especialmente vulnerables los trabajadores de la construcción, y describir con más detalle la relación entre los cambios propios de la edad y dichas formas de accidente y enfermedades, así como la medidas que se pueden adoptar para compensar los aspectos negativos del envejecimiento de la población activa en el sector.
- Este estudio podría contemplar en detalle aspectos sobre los

que no existen demasiados datos en el sector de la construcción, tales como como: la relación entre los cambios cognitivos y perceptivos de las personas mayores y determinados tipos de accidentes, la exposición a agentes químicos y el desarrollo de ciertas enfermedades, las consecuencias de la prolongación de los horarios, los trabajos a turnos y los trabajos nocturnos, los efectos del entorno físico en la construcción sobre los trabajadores mayores del sector, etc.



Ilustración 6. Trabajos nocturnos en vía ferroviaria.

Promoción, divulgación y concienciación

- Se deben promocionar y divulgar buenas prácticas y hábitos para que los trabajadores mayores del sector de la construcción trabajen en mejores condiciones acordes con sus cambios psicológicos y físicos, y que puedan prolongar su vida laboral aprovechando los aspectos positivos de la edad y reduciendo los riesgos.
- Estas buenas prácticas y estos hábitos se deben establecer en base a la caracterización de los daños en términos de causas, tipos, consecuencias y costes (8); pero contemplando también los aspectos positivos de la edad, tales como la experiencia y el conocimiento, ya que un trabajo estimulante puede proporcionar a los trabajadores mayores una protección frente al declive de ciertas capacidades, facilitando su permanencia en el trabajo libres de lesiones y mejorando su productividad y bienestar (15).
- El desarrollo de programas de promoción se debe basar en as-



pectos tales como la adecuación al entorno físico, la adecuación al entorno psicosocial, la promoción de estilos de vida saludable y la actualización de las herramientas profesionales, así como los hábitos que favorezcan un envejecimiento saludable (9).

Gestión de la prevención

Planificación y organización

- Considerar las características de vulnerabilidad de los trabajadores mayores a la hora de planificar los trabajos, especialmente en operaciones relacionadas con los TME, la exposición al ruido, las condiciones ambientales, las vibraciones, etc. (9).
- Adecuar las demandas del trabajo para que se ajusten a la evolución de sus capacidades en el proceso de envejecimiento, prestando atención a no crear confusión entre las demandas y evitando: las elecciones complejas en intervalos cortos de tiempo, el exceso de información irrelevante y los altos requerimientos de memoria. (9).
- Asignar a los trabajadores mayores tareas en las que se requiere más experiencia pero con menos carga física; por ejemplo: transmitiendo su conocimiento a los trabajadores más jóvenes (20).
- Considerar, a la hora de programar los horarios, que los trabajadores mayores de la construcción deben disponer de más descansos y pueden requerir más tiempo para realizar sus tareas.
- Rotar en los puestos donde se realicen tareas que requieren mucho esfuerzo físico para los trabajadores mayores o reducir el tiempo de dichas tareas.
- Asignar a los trabajadores mayores menos tareas que estén asociadas a determinados riesgos más prevalentes en este colectivo, tales como las operaciones en las que se requieran escaleras manuales (19).

Diseño del puesto

- Adaptar el puesto de trabajo a los cambios propios del envejecimiento de los trabajadores, especialmente en aquellos aspectos relacionados con la carga física y la capacidad perceptiva y cognitiva.
- Atender a los cambios antropométricos que sufren las personas



mayores, que afectan al diseño del puesto, a los alcances y a su movilidad (9), especialmente en el manejo de los equipos de trabajo.

- Facilitar en el puesto de trabajo la visión de textos y señales atendiendo a: la iluminación y el contraste en los puestos de trabajo, el tamaño de las señales, su color o su duración (9).
- Adecuar las condiciones acústicas de las zonas de trabajo, haciendo fácilmente perceptibles las señales sonoras relevantes y reduciendo los niveles de ruido que afectan tanto a la concentración como a la salud (9).

Formación e información

- Establecer planes de formación específicos en los que se contemple las particularidades de este colectivo en lo que se refiere a sus cambios psicofísicos y los riesgos que esto puede entrañar.
- Programar formaciones complementarias dirigidas a este colectivo para mantener actualizado su conocimiento técnico y capacitar al trabajador para adaptarse a los cambios tecnológicos asociados a los nuevos procesos y equipos.
- Enfatizar la formación sobre riesgos de caídas en altura en trabajadores mayores, especialmente en el uso de escaleras de mano (20).
- Fomentar la transferencia del conocimiento que acumulan los trabajadores mayores para que se convierta en un activo en lo relativo a la seguridad y salud en las obras (9).

Soluciones técnicas

- Poner a disposición de los trabajadores mayores de la construcción determinados equipos y materiales que reduzcan los riesgos a los que son más susceptibles, tales como: las herramientas eléctricas en carpinteros para reducir los movimientos repetitivos, los elementos de ayuda para manipular cargas para los albañiles y peones de obra, los sistemas de revestimiento en seco para los trabajadores que realicen enyesado y enlucido, etc. (20).
- Disponer de sistemas mecánicos para la manipulación de cargas, como carretillas elevadoras, para reducir la manipulación manual de materiales por parte de los trabajadores.
- Buscar en el mercado herramientas, equipos y EPI especialmente

diseñados para los trabajadores mayores, tales como: herramientas que reduzcan las vibraciones y el ruido, sistemas automáticos para la premezcla de morteros, elementos prefabricados ligeros, pinzas para la elevación y manipulación de cargas, EPI fácilmente adaptables, carretillas elevadoras, sistemas de accesos a andamios adaptados, sistemas anticaída que respeten la vulnerabilidad de los trabajadores mayores, etc. (20).



Ilustración 7. Manipulación de traviesa mediante pinzas manuales.



REFERENCIAS

- (1) European Network for Workplace Health Promotion. Healthy work in an ageing Europe. Strategies and Instruments for prolonging working life [online]. Essen: Federal Association of Company Health Insurance Funds, 2006. Disponible en: http://www.netzwerk-bgf.at/mediaDB/MMDB120190_Ageing_brochure.pdf.
- (2) European Commission. How to promote active ageing in Europe. EU support to local and regional actors [online]. 2011. Disponible en: <http://europa.eu/ey2012/BlobServlet?docId=7005&langId=en>.
- (3) España. Resolución de 14 de noviembre de 2011, de la Secretaría de Estado de Empleo, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 28 de octubre de 2011, por el que se aprueba la Estrategia global para el Empleo de los Trabajadores y las Trabajadoras de Más Edad 2012-2014 (Estrategia 55 y más). Boletín Oficial del Estado, 24 de noviembre de 2012, núm. 283, p. 125319.
- (4) European Agency for Safety and Health at Work. Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2007. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/7807118>.
- (5) Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de población activa (serie 2005-2011) [online]. España: INE, 2010. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxiBD/menu.do?divi=EPA&his=1&type=db&L=0>.
- (6) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad y peligrosidad: sector de la Construcción. Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de



- trabajo [online]. España: INSHT, 2010. Disponible en: <http://www.oect.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Desarrollados/Ficheros/InformeConstructivo.pdf>.
- (7) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo [online]. España: INSHT, 2011. Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=100b47975dcd8310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnextchannel=ac18b12ff8d81110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>.
- (8) SCHWATKA, N.V.; BUTLER, L.M.; ROSECRACT, J.R. An aging workforce and injury in the construction industry. *Epidemiologic Reviews*: 2011, Vol. 34, p. 156-167.
- (9) PAGÁN CASTAÑO, P et al. Buenas prácticas para adaptar los puestos de trabajo para mayores. *Revista de biomecánica*, 2011, n. 57, p. 55- 59.
- (10) ILMARINEN, J.E. Aging workers. *Occup. Environ Med*: 2001, n. 58 (8), p. 546-552.(1)
- (11) DE LEÓN LUIS, B.; DÍAZ, S. Revisión bibliográfica de la capacidad funcional en trabajadores mayores de 65 años. *Medicina y Seguridad del Trabajo*: 2011, n. 57 (222), p. 63-76.
- (12) WELCH, L.S et al. Age, work limitations and physical functioning among construction roofers. *Work*: 2008, n. 31(4), p. 377-385.
- (13) SCHOENFISCH, A.L et al. Nonfatal construction industry- related injuries treated in hospital emergency department in the United States. *J. Ind. Med.*: 2010, 53(6), p. 570-580.
- (14) LeMASTERS, G.K et al. Prevalence of work related musculoskeletal disorders in active union carpenters. *Occup. Environ Med*: 1998, 55(6), p. 421-427.
- (15) FARROW, A.; REYNOLDS, F. Health and safety of the older worker. *Occupational Medicine*: 2012, v 62, p. 4-11.
- (16) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Enfermedades profesionales en el sector de la Construcción, en el periodo 2002-2006 [online]. España: INSHT, 2009. Disponible en: <http://www.oect.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Breves/enfermedades%20construcci%C3%B3n%202002-2006.pdf>.
- (17) The Center for Protect Worker's Rights. Construction noise [online]. Silver Spring: CPWR, 2003. Disponible en: <http://www.cpwr.com/hazpdfs/kfnoise.PDF>.
- (18) PICARD, M. et al. Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of



some 240.000 person-years of observation. Accident analysis and prevention: 2008, v. 40, p.1644-1652.

- (19) SUE DONG, X; WANG, X; DAW, CH. Fatal falls among older construction workers. The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society: 2012, n. 54, p. 303-315.
- (20) LEAVISS, J.; GIBB, A.; BUST, P. Understanding the older worker in construction [online]. UK: SPARC, 2008. Disponible en: http://www.sparc.ac.uk/workshops/2007-01-22-health-workplace-design-and-the-older-worker/pdf/Exec_Summary_Gibb%20final_8_page.pdf.



CAPÍTULO 3

COMBINACIÓN DE FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL Y FACTORES DE RIESGO FÍSICO EN LA CONSTRUCCIÓN

I. Introducción

El Observatorio Europeo de Riesgos, perteneciente a la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (AESST), realizó en el año 2005 un estudio con objeto de identificar los riesgos físicos emergentes y establecer previsiones sobre los mismos (1). En dicho estudio, se pone de manifiesto la importancia que puede tener la exposición combinada a distintos factores de riesgo, lo cual puede incrementar la probabilidad de que se produzcan ciertos daños sobre los trabajadores o agravar las consecuencias de las lesiones derivadas de la exposición a un solo riesgo. En concreto, se destaca que los factores de riesgo psicosocial pueden, además de originar efectos negativos para la salud mental del trabajador, incrementar la magnitud de ciertos riesgos asociados a tareas de elevada peligrosidad, complejidad y carga física. Del estudio se infiere que el incremento de la tensión mental y emocional que sufren los trabajadores

expuestos a determinados factores de riesgo psicosocial puede incrementar la incidencia de los errores humanos y la probabilidad de que se materialice un accidente, especialmente en tareas peligrosas y complejas, como lo son muchas de las operaciones que se realizan en la construcción (1).

En este sentido, en España, tal como se desprende del estudio del INSHT sobre actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad y peligrosidad, en la construcción se realizan diversas operaciones peligrosas, y la mayor parte de los accidentes graves o mortales en el sector de la construcción son debidos a golpes producidos como resultado de una caída originada durante la realización de trabajos en altura (2).



Ilustración 1. Instalación de estructura en construcción de falso túnel.

Como se comentó en la introducción a este documento, las causas de los accidentes mortales que se producen en la construcción están especialmente relacionadas con la gestión de la prevención, la organización del trabajo, la protección y señalización, los espacios de trabajo o los factores individuales. Entre estos últimos se engloban aspectos tales como la realización de tareas no asignadas, el incumplimiento de las normas de seguridad, el uso indebido de los equipos de trabajo, la falta de uso de medios de protección, la retirada de protecciones, la permanencia en zonas peligrosas, la incapacidad física o mental, la deficiente asimilación de órdenes o la falta de cualificación

o experiencia (3). Los factores individuales pueden, a su vez, estar relacionados con una inadecuada gestión de la prevención u organización del trabajo.

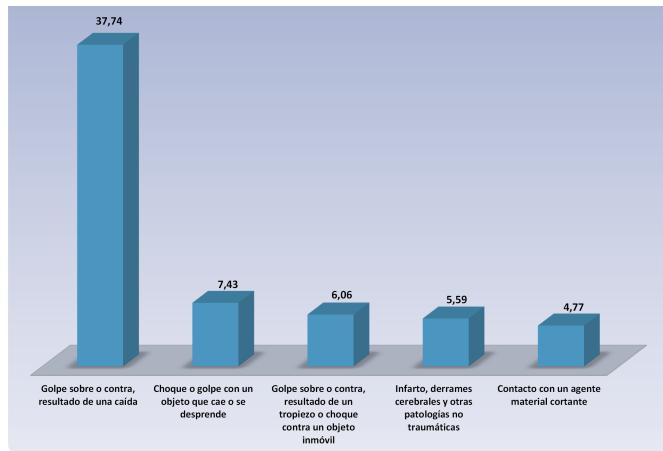


Figura 1. Distribución porcentual de las cinco categorías más importantes de la forma de accidentes graves y mortales en la construcción. Fuente (2)

Además, según se extrae de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, la construcción es el sector en el que los trabajadores perciben más exposición a riesgos de accidente. En concreto, los riesgos a los que los trabajadores de la construcción se consideran más expuestos son: caídas en altura, golpes, cortes y pinchazos, caídas al mismo nivel, caída de objetos, materiales o herramientas, desplome o derrumbamientos, sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas y proyección de partículas o trozos de material. Estos trabajadores consideran de forma muy destacable que entre las principales causas de los accidentes sufridos se encuentran las distracciones, descuidos, despistes o falta de atención (4).

El estudio de la AESST también señala que la combinación de factores de riesgo psicosocial y de factores de riesgo biomecánico puede incrementar la incidencia, persistencia y agravamiento de algunos trastornos musculoesqueléticos (TME). La elevada carga física característica de la construcción puede originar problemas

en cuello, hombros, extremidades y espalda, y son causa habitual de baja laboral entre los trabajadores del sector (5); pero, cuando además se combinan con determinados factores de riesgo psicosocial, estos problemas físicos aparecen con mayor frecuencia y con consecuencias más graves (1). En España, los elevados índices de incidencia de accidentes de trabajo por sobreesfuerzo y de TME en la construcción convierten al sector en prioritario a la hora de profundizar en este problema y en sus causas (2), (6).

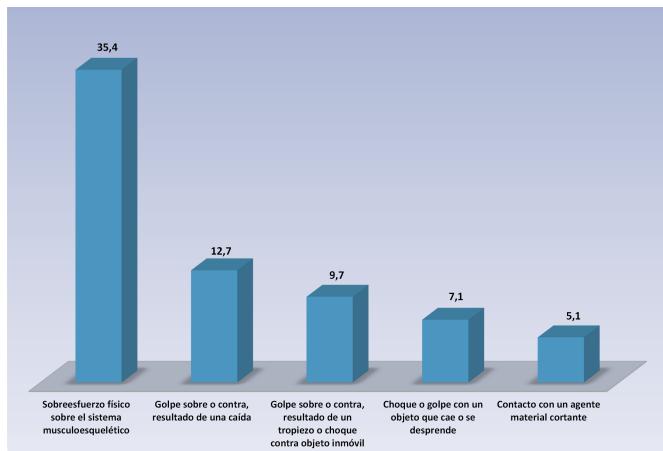


Figura 2. Distribución porcentual de las cinco categorías más importantes de la forma de accidentes en la construcción. Fuente (2)

Un elevado porcentaje de trabajadores de la construcción realizan movimientos repetitivos de manos y brazos, adoptan posturas dolorosas o fatigantes, levantan o mueven cargas pesadas o aplican fuerzas importantes. Además, el porcentaje de trabajadores de la construcción que señala molestias en la parte baja de la espalda, brazos/antebrazos, hombros y rodillas destaca respecto a otros sectores, siendo estas molestias achacadas a posturas y esfuerzos derivados del trabajo (4).

Asimismo, los trabajadores de la construcción en nuestro país representan uno de los colectivos que manifiesta estar expuesto de forma más frecuente a riesgos psicosociales, relacionados principalmente con las exigencias del trabajo, la falta de autonomía, el tiempo

y la jornada de trabajo, y la duración del trayecto a su hogar. En lo relativo a las exigencias del trabajo, el 24% de los trabajadores ocupados en la construcción considera que siempre, casi siempre o a menudo tienen mucho trabajo o se sienten agobiados y el 27,9% indica que siempre, casi siempre o a menudo realizan tareas complejas. Respecto a la falta de autonomía, el 69,6% de los trabajadores de la construcción percibe que los plazos de tiempo que hay que cumplir para la realización de los trabajos es el factor principal que determina su ritmo de trabajo. En lo que se refiere al tiempo y jornada de trabajo, la construcción es uno de los sectores donde se realizan jornadas de trabajo más largas (41,43 horas trabajadas de media por semana), y los trabajadores se encuentran entre los que dedican más tiempo en el trayecto de vuelta a su residencia (el 17% de los trabajadores del sector emplea más de 40 minutos por desplazamiento) (4). A igual que en el caso de los factores individuales que pueden ser causa de accidentes en la construcción, los citados factores de riesgo psicosocial también pueden tener una importante asociación con aspectos organizativos en la obra.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los párrafos anteriores, la construcción en España representa, además del sector con mayor siniestralidad y uno de los que supone más operaciones peligrosas, complejas y con elevada carga física, un sector con una importante presencia de riesgos psicosociales, que pueden tener influencia sobre la elevada incidencia de accidentes y TME.



Ilustración 2. Postura forzada durante la instalación de bordillo.



Al objeto de explorar nuevas causas de la siniestralidad y de los TME en el sector de la construcción, en este capítulo se analiza, por un lado, la influencia de los factores de riesgo psicosocial y de sus efectos inmediatos en la materialización de accidentes de trabajo cuando se combinan con riesgos asociados a tareas de elevada peligrosidad y complejidad; y, por otro, la asociación de dichos factores de riesgo psicosocial con la incidencia, agravamiento y persistencia de TME cuando se combinan con riesgos biomecánicos.

II. Resultados

Factores de riesgo psicosocial y accidentes de trabajo

En la bibliografía revisada se pone de manifiesto la asociación entre la ocurrencia de accidentes en la construcción y el estrés generado por determinados factores de riesgo psicosocial. En este sentido se debe entender el estrés como el efecto psicosocial más global porque actúa como respuesta general ante los factores de riesgo psicosociales, y que es definido por la Comisión Europea como el conjunto de reacciones emocionales, cognitivas, fisiológicas y del comportamiento a ciertos aspectos adversos o nocivos del contenido, la organización o el entorno de trabajo. Es un estado que se caracteriza por altos niveles de excitación y angustia, con la frecuente sensación de no poder hacer frente a la situación (7).

Entre los factores de riesgo psicosocial que intervienen en esta asociación en el sector de la construcción cabe destacar los relacionados con el control sobre el trabajo, la percepción de inseguridad laboral, las jornadas de trabajo prolongadas y la presión de tiempo. El estado emocional negativo y un elevado nivel de estrés de los trabajadores, derivado de los citados factores, pueden llevar a confusiones y negligencias a la hora de realizar las tareas y de adoptar las medidas preventivas necesarias. La percepción de estar expuestos a riesgos laborales insuficientemente controlados es otro factor que puede generar tensión en los trabajadores, lo cual puede facilitar que estos cometan errores, en el desarrollo de sus tareas que provoquen accidentes (8).



Ilustración 3. Trabajos en altura en andamiaje.

Sin embargo, el exceso de confianza también se considera uno de los aspectos psicosociales asociados a accidentes en la construcción más relevantes, ya que puede hacer que se perciban ciertos riesgos más como un reto que como un peligro. Esta falta de percepción del riesgo puede implicar comportamientos imprudentes debido a que no se toman las medidas de seguridad necesarias, poniendo en peligro no sólo la seguridad del trabajador que adopta esta conducta sino también la de sus compañeros de trabajo (9).

También se han relacionado los riesgos de accidente de trabajo en la construcción con las jornadas de trabajo prolongadas. De hecho, los trabajadores del sector que trabajan muchas horas tienen más probabilidad de sufrir un accidente. Se debe considerar que los trabajadores de la construcción suelen trabajar más horas por semana que los trabajadores de otros sectores, aunque esto depende en gran medida de cada ocupación dentro de la construcción (10).

La presión de tiempo también puede constituir un motivo de accidente de trabajo muy significativo en el sector de la construcción. Las razones de tal afirmación se basan en fundamentos psicológicos ligados: al aumento de la intensidad de trabajo; al bloqueo de los canales de información-respuesta; a la modificación de la toma de decisiones, y a la aparición de fatiga y estrés que puede desembocar, como se ha mencionado, en errores humanos o negligencias durante la realización de la tarea. Muchas veces esta causa actúa de forma encubierta por otros factores de riesgo más sobresalientes (11).



Los errores o negligencias que se pueden cometer como consecuencia de los efectos adversos de los factores de riesgo psicosocial pueden adquirir especial importancia en las operaciones donde existe una interacción persona- máquina. Este tipo de operaciones son muy comunes en la construcción, donde aproximadamente un cuarto de los trabajadores tiene su ritmo de trabajo impuesto por una máquina, algunas de ellas de elevada complejidad (maquinaria de movimiento de tierras, maquinaria de perforación y tuneladoras, maquinaria de construcción y mantenimiento de carreteras y vía ferroviaria, etc.). A pesar de las ventajas productivas que ofrece la introducción de nuevas tecnologías en la maquinaria de construcción, se pueden originar efectos negativos debido al exceso de información que los operadores reciben en el manejo de estos equipos y a la imposición del ritmo de trabajo, lo que puede incrementar su tensión mental y emocional en tareas en las que deben prestar atención a diversos dispositivos mientras realizan trabajos asociados a importantes riesgos de accidente para el propio operador o para los trabajadores que se encuentran en las inmediaciones de la máquina (vuelco, aplastamiento, golpes, contacto con líneas eléctricas, etc.). Asimismo, el progreso técnico permite la utilización en la construcción de máquinas más potentes en términos de velocidad, calidad y flexibilidad; pero el incremento en el nivel de mecanización suele conllevar la sustitución de los operadores por sistemas automatizados para la realización de ciertas operaciones de control de elevada complejidad. Aunque estos sistemas ofrecen gran fiabilidad, no pueden igualar la capacidad de reacción de los operadores, especialmente en situaciones de fallos o emergencias, en las que se requiere tomar decisiones basadas en la inteligencia, habilidad y experiencia. Se debe destacar que la combinación de situaciones de estrés en el manejo de maquinaria compleja con la falta de experiencia por parte del operador que la manipula puede incrementar el riesgo de cometer errores humanos o de hacer un uso inadecuado de los medios de protección que deriven en accidentes de trabajo (12).

En el caso concreto de la maquinaria de movimiento de tierras, los riesgos citados tienen especial importancia debido al diseño propio de las palancas de mando, que suelen disponer de diversas funciones a través de varios interruptores y botones que pueden incrementar la

carga mental de los trabajadores que las manejan. En este sentido, se destaca la necesidad de que la palanca de mando de la maquinaria de movimiento de tierras tenga un adecuado diseño ergonómico facilitando el manejo de la máquina sin incrementar la carga mental del trabajador (1).



Ilustración 4. Trabajadores en las inmediaciones de maquinaria de movimiento de tierra.

Factores de riesgo psicosocial y trastornos musculoesqueléticos

Los principales problemas musculoesqueléticos en la construcción están asociados principalmente a factores biomecánicos, tales como la manipulación manual de cargas, la realización de tareas repetitivas, las posturas de trabajo forzadas o el uso inadecuado de máquinas y herramientas (13). El riesgo de sufrir dolencias en la parte baja de la espalda (lumbalgias) en trabajos de construcción que requieren trabajar encorvado o con el tronco girado (solado, montaje de estructuras, encofrado, hormigonado, manejo de martillo neumático, etc.) es significativamente mayor que en trabajos en los que raramente se adoptan estas posturas. Las dolencias en cuello y hombros se presentan predominantemente entre trabajadores que necesitan situar las manos por encima de los hombros (escayolistas, pintores, albañiles, etc.) respecto a las tareas en las que no es necesaria dicha postura. Las operaciones que suponen posturas forzadas o mantenidas de cabeza y brazos (tales como el montaje de estructuras, instalación de

cableado eléctrico y conductos de agua, etc.) también parecen estar muy asociadas a los dolores de cuello y hombros (14).



Ilustración 5. Manipulación de equipo manual con manos por encima de los hombros.

Se observa también una elevada asociación entre posturas repetitivas o con más de 60° de flexión o abducción de los brazos (trabajos de carpintería, pintura, albañilería, etc.) y la aparición de TME de los hombros. Estos problemas se agravan cuando se trabaja con las manos por encima de los hombros. Los trabajos en cuclillas o de rodillas (pulido de suelo, solado, carpintería, etc.) pueden originar osteoartritis en dicha articulación, pero además este tipo de tareas está asociado a dolencias en muñecas y manos, debido a que el trabajador se tiene que sujetar con una mano en el suelo mientras con la otra maneja las herramientas necesarias para realizar la operación, lo que provoca una hiperextensión de la mano apoyada (14).

Es evidente que existe una clara relación entre la adopción de determinadas posturas y la realización de ciertos movimientos y la incidencia de TME en partes localizadas del cuerpo entre trabajadores de la construcción. Pero, además, diversos estudios afirman que los riesgos psicosociales también pueden ser causa de dolencias musculoesqueléticas. Así, las condiciones de trabajo que generan alta percepción de peligro por parte de los trabajadores o elevada presión de tiempo para finalizar los trabajos han sido asociadas a TME en todas las partes del cuerpo entre trabajadores de la construcción.

Asimismo, determinadas consecuencias inmediatas del estrés generado por los factores psicosociales, tales como las alteraciones del sueño o la ansiedad, pueden, a su vez, incrementar el riesgo de sufrir estas dolencias (14).

También se han encontrado estudios que muestran asociaciones más particulares entre determinados factores de riesgo psicosocial y TME en partes concretas del cuerpo, aunque no existe consenso en cuanto a las zonas en las que se localizan estas dolencias en función del factor de riesgo psicosocial (1), (15), (16), (17).

Los tiempos de descanso y recuperación pueden llegar a tener, según algunos autores, más importancia sobre la incidencia de TME que la elevada demanda física durante el trabajo o que el estrés ocasionado por los distintos factores de riesgo psicosocial (18).



Ilustración 6. Corte de tubo mediante sierra circular.

Los riesgos psicosociales pueden, además de incrementar la probabilidad de sufrir TME, agravar y hacer más persistentes estas dolencias. En concreto, existen estudios en los que ciertos factores de riesgo psicosocial, como la baja satisfacción ante los logros y la presión de tiempo para finalizar los trabajos, se muestran precursores de lumbalgia crónica en el futuro (19).

También son importantes las conclusiones de estudios que ponen de manifiesto que los encargados y supervisores de obras de construcción están sometidos a importantes factores de riesgo psicosocial



(demanda mental, carga de trabajo, presión de tiempo, prolongadas jornadas de trabajo y problemas sociales y organizativos) y, aunque su trabajo físico sea menor que el que se realizan en otras actividades de la construcción, también tienen elevado riesgo de sufrir TME debido al estrés generado por estos factores de carácter psicosocial (20).

III. Conclusiones

Aunque los resultados de los estudios revisados ponen de manifiesto que la relación entre los factores de riesgo psicosocial y las lesiones laborales es compleja, multifactorial y difícil de ponderar, se puede afirmar que el estrés es el efecto psicosocial que muestra una relación más clara con dichos daños en el sector de la construcción. El estrés laboral puede conllevar una serie de síntomas cognitivos (falta de entendimiento, concentración o memoria, etc.), emocionales (bloqueo mental, nerviosismo, etc), fisiológicos (mareo, dolor de cabeza, tensión muscular) o de comportamiento (alteración del sueño, conductas inseguras, etc.) capaces de incrementar la incidencia de errores humanos que deriven en accidentes de trabajo. Resulta difícil identificar las causas que pueden llevar a un trabajador a cometer errores, ya que en parte dependen de aspectos subjetivos y personales del trabajador (respuesta ante situaciones de estrés, experiencia, capacidades y habilidades personales, estado físico, etc), pero también pueden estar relacionados en gran medida con los factores psicosociales a los que está sometido el trabajador, cuyo origen se debe buscar en aspectos organizativos, de las tareas o del entorno del trabajo, que favorecen la aparición de estrés laboral y de sus efectos inmediatos.

En el caso de los TME, el estrés parece actuar sobre el sistema neuromuscular incrementando la tensión muscular que a su vez puede aumentar la incidencia, agravamiento o persistencia de las dolencias musculoesqueléticas, especialmente en trabajos de elevada demanda física, como lo son los trabajos de la construcción.



Ilustración 7. Instalación de estructura previa al hormigonado.

En los estudios revisados se han encontrado asociaciones entre muchos de los riesgos psicosociales que más perciben los trabajadores de la construcción en España y accidentes de trabajo en este sector. Cuando, además de estar presentes estos riesgos psicosociales, se realizan tareas de elevada peligrosidad o complejidad, la probabilidad de que un accidente con consecuencias graves se materialice se ve incrementada. Respecto a las tareas más peligrosas que se realizan en la construcción, a juzgar por los datos de siniestralidad y de condiciones de trabajo en España, están relacionadas con los trabajos en altura, golpes, cortes y pinchazos, caídas de objeto, desplome o derrumbamientos y proyecciones; mientras que las tareas más complejas se suelen asociar al manejo de maquinaria con alto nivel tecnológico. Por lo tanto, en la realización de estas tareas resulta particularmente importante prestar atención a los factores de riesgo psicosocial citados, al objeto de incrementar la seguridad de los trabajadores.

Respecto a la influencia de los factores de riesgo psicosocial sobre los TME en tareas de elevada carga física en la construcción, los datos de siniestralidad y la información sobre las condiciones de trabajo en el sector de la construcción en España muestran que los sobreesfuerzos físicos sobre el sistema musculoesquelético constituyen la forma más habitual de lesión entre los trabajadores de la construcción y que un porcentaje importante de los trabajadores rea-

lizan habitualmente actividades físicas relacionadas claramente con los TME (movimientos repetitivos, posturas dolorosas o fatigantes, manipulación de cargas, aplicación de fuerzas, etc). Pero, además de estas actividades físicas, los trabajadores de la construcción también perciben ciertos riesgos psicosociales que han sido asociados con TME en los estudios revisados, y que podrían justificar, en parte, el elevado porcentaje de trabajadores de la construcción que sufren dolencias musculoesqueléticas.

Mientras que algunos autores afirman que los factores de riesgo psicosocial aumentan la incidencia y agravan los problemas en todas las partes del cuerpo, otros muestran que determinados factores de riesgos psicosociales están asociados de forma particular a TME en partes concretas del cuerpo. En cualquier caso, de dichos estudios se desprende que existe una relación entre ciertos factores de riesgo psicosocial y un incremento de la incidencia, agravamiento y persistencia de los TME en tareas de elevada carga física.



Ilustración 8. Manejo de herramientas manuales en obra de mantenimiento de vía ferroviaria.

Los enfoques tradicionales sobre la seguridad de los trabajadores de la construcción se han centrado principalmente en aspectos físicos y materiales, mediante la mejora de los procedimientos de trabajo, métodos, herramientas y equipos. No obstante, se debe considerar que la materialización de los accidentes y la aparición de lesiones se producen, generalmente, por la conjunción de varias causas, entre



las que puede estar el estrés laboral y sus efectos inmediatos sobre los trabajadores. De hecho, los distintos estudios revisados muestran que, para incrementar la seguridad en la construcción, también se deben abordar los factores de riesgo psicosocial y, para ello, se debe actuar en origen; es decir, interviniendo sobre la planificación de las operaciones y sobre los aspectos de carácter organizativo, de la tarea o del entorno de trabajo que pueden originar los riesgo psicosociales, particularmente el estrés laboral.

IV. Claves para el futuro

Investigación

- Algunos autores afirman que, para reducir la siniestralidad en la construcción, una de las claves está en investigar las causas de los accidentes más allá de los aspectos físicos y condiciones materiales y ahondar en el terreno psicosocial (9). Dicha investigación se puede centrar en los agentes estresores que se presentan más frecuentemente en las distintas ocupaciones del sector y su relación con los daños que se producen más habitualmente en dichas ocupaciones.
- Los estudios revisados no revelan consenso sobre la relación entre la exposición a factores de riesgo psicosocial particulares en trabajos de construcción y la incidencia, persistencia y agravamiento de TME en partes localizadas del cuerpo.

Promoción, divulgación y concienciación

- Es fundamental sensibilizar a empresarios, profesionales de la prevención y trabajadores de la construcción sobre la importancia que los factores de riesgo psicosocial tienen, no sólo sobre la salud mental, sino también sobre la seguridad en el trabajo (8).
- Se debe concienciar sobre la necesidad de abordar los accidentes de trabajo en la construcción desde todas las disciplinas preventivas, identificando posibles causas más allá del aspecto físico de las condiciones de trabajo e integrando los aspectos propios de las distintas disciplinas en todos los aspectos relacionados con la gestión de la prevención de riesgos laborales.



- Con carácter más concreto, se tiene que concienciar a los trabajadores de la construcción para que perciban los riesgos como peligros y no como retos, sensibilizando sobre las graves consecuencias que el exceso de confianza puede conllevar respecto a su seguridad (9).

Gestión de la prevención

Planificación y organización

- Desarrollar una adecuada planificación y organización del trabajo para minimizar los riesgos psicosociales. En este sentido, y considerando la dificultad de cuantificar la asociación entre los factores de riesgo psicosocial y las lesiones físicas en los trabajadores de la construcción, la intervención psicosocial resulta la forma más eficaz para atacar las causas de carácter psicosocial que pueden facilitar la materialización de un accidente de trabajo o incrementar el riesgo de sufrir TME.
- Planificar los trabajos para evitar jornadas muy prolongadas. Si puntualmente se requiere trabajar más horas, se debe disponer de más tiempos de descanso, especialmente en trabajos peligrosos con elevado riesgo de accidente o con elevada carga física (10).

Formación

- Enfocar la formación de manera que se consiga incrementar la motivación y el desarrollo de actitudes positivas de los trabajadores y se evite el exceso de confianza en la realización de las tareas (8).
- En las operaciones en las que existan interacciones persona- máquina complejas, se debe garantizar que el trabajador tiene suficiente experiencia, formación e información para manejar estas máquinas, que conoce todos los mandos, controles, señales, actuaciones de mantenimiento, etc. de que dispone la máquina, y que cuenta con la necesaria capacidad de actuación en caso de emergencia o fallo de la máquina (12).

Diseño del puesto

- Un adecuado diseño de los puestos en los que se maneja maquinaria compleja es esencial para reducir los riesgos derivados de



la interacción persona- máquina. Tal como considera la Directiva de máquinas (23), además de tener en cuenta todas las condiciones de seguridad necesarias, a la hora de seleccionar y adecuar los equipos de trabajo, y especialmente en la maquinaria pesada para el movimiento de tierras, se deben tener en cuenta diseños que reduzcan el desconfort, la fatiga y el estrés de los operadores, siguiendo los principios ergonómicos en la adaptación de la interfaz persona- máquina, y considerando las características específicas del operador (9).



REFERENCIAS

- (1) European Agency for Safety and Health at Work. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2005. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/6805478>.
- (2) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Actividades económicas con mayor siniestralidad, penosidad y peligrosidad: sector de la Construcción. Estudio sobre el perfil demográfico, siniestralidad y condiciones de trabajo [online]. España: INSHT, 2010. Disponible en: <http://www.oect.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Desarrollados/Ficheros/InformeConstruccion.pdf>.
- (3) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Análisis de las causas de los accidentes de trabajo mortales en España [online]. España: INSHT, 2010. Disponible en: <http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Monografias/Analisis%20de%20la%20mortalidad%20por%20accidente%20de%20trabajo%20en%20Espana/Ficheros/ANALISIS%20%20CAUSAS%20%20AATT%20MORTALES%20%20ESPA%C3%91A.pdf>.
- (4) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo [online]. España: INSHT, 2011. Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=100b47975dcd8310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnextchannel=ac18b12ff8d81110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>.
- (5) European Agency for Safety and Health at Work. Musculoskeletal disorders in construction [online]. E-Fact 1. 2004. Disponible en: <http://www.osha.mddsz>.



gov.si/resources/files/pdf/E-fact_01_-_Musculoskeletal_disorders_in_construction.pdf.

- (6) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. El trastorno musculosquelético en el ámbito laboral en cifras [online]. España: INSHT, 2012. Disponible en: <http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Otros%20estudios%20tecnicos/Publicado/Ficheros/EI%20TME%20en%20el%20%C3%A1mbito%20laboral%20en%20cifras.pdf>.
- (7) European Commission. Guidance on work- related stress. Spice of life or kiss of death? [online]. Luxembourg: Office Publications of the European Communities, 2000. En: <https://osha.europa.eu/data/links/guidance-on-work-related-stress>.
- (8) ABBE, O. O. Modelling the relationship between occupational stressors, psychosocial/ physical symptoms and injuries in the construction industry. International Journal of Industrial Ergonomics: 2011, v. 41, n.2, p. 106-117.
- (9) LORENTO, L.; SALANOVA, M.; MARTÍNEZ, I.M. La relación entre el exceso de confianza y los accidentes laborales en trabajadores de la construcción: un estudio cualitativo. Gestión Práctica de Riesgos Laborales: 2011, n. 86, p. 8-13.
- (10) DONG, X. Long workhours, work scheduling and work-related injuries among construction workers in the United States. Scand J Work Environ Health: 2005, v. 31, n. 5, p. 329-335.
- (11) MÉNDEZ, C.; MARTÍNEZ, C. Presión de tiempo como factor de riesgo de accidente de trabajo en la construcción. Aspectos ergonómicos. Med Trabajo: 2002, n.3, p. 142- 148.
- (12) European Agency for Safety and Health at Work. The human machine interface as an emerging risk [online]. 2009. Disponible en: https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/HMI_emerging_risk.
- (13) FERRERAS REMESAL, A.; PIEDRABUENA CUESTA, A. Ergonomía en el sector de la construcción. Revista de Biomecánica: 2007, nº 47, p. 47-53.
- (14) ENGHOLM, G.; HOLMSTROM, E.; Dose- response associations between musculoskeletal disorders and physical and psychosocial factors among construction workers. Scand J Work Environ Health: 2004, suppl. 2, p 57-67.
- (15) LUNDBERG, U. Psychophysiology of work: stress, gender, endocrine response, and work-related upper extremity disorders. American Journal Industrial Medicine: 2002, 41(5), p.-383-92.
- (16) HOOGENDOORN, W.E et al. Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. Spine: 2000, 25(16), p 2114-25.



- (17) TOLA, S. et al. Neck and shoulder symptoms among men in machine operating, dynamic physical work and sedentary work. *Scand J Work Environ Health*: 1988, 14(5), p.-299-305.
- (18) LUNDBERG, U. Psychosocial stress and musculoskeletal disorders: psychological mechanisms. *Läkartidningen*, 2003, 100(21), p. 1892-5.
- (19) LATZA, U; PFAHLBERG, A., GEFELLER, O. Impact of repetitive manual materials handling and psychosocial work factors on the future prevalence of chronic low-back pain among construction workers. *Scand J Work Environ Health*: 2002, nº 5, p 314-323.
- (20) BOSCHMAN, J.S. et al. Occupational demands and health effects for bricklayers and construction supervisors: a systematic review. *American Journal of Industrial Medicine*: 2011, v 54, nº1, p.55-57.
- (21) KRAMAR, D.M. et al. Searching for needles in a haystack: identifying innovations to prevent MSDs in the construction. *Applied Ergonomics*: 2010, 41(4), p. 577-84.
- (22) PIEDRABUENA, A. et al. Desarrollo de materiales para la formación ergonómica de los trabajadores del sector de la construcción. *Revista Biomecánica*: 2011, n. 55, p. 51-54
- (23) Unión Europea. Directiva 2006/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/C. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 9 de junio de 2006, núm. L 157, p. 24.



CAPÍTULO 4

NUEVO CONOCIMIENTO SOBRE LAS CONSECUENCIAS DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS EN LA CONSTRUCCIÓN

I. Introducción

En el informe emitido por la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (AESST) en 2009 sobre los riesgos químicos emergentes en el trabajo se estima que se producen 74.000 muertes al año en la Unión Europea asociadas a productos químicos, y que aproximadamente el 15% de los trabajadores manipula productos químicos durante un cuarto de su jornada laboral y el 19% está expuesto a polvo y humos en su puesto de trabajo (1). Este estudio estima que los riesgos químicos emergentes más importantes son derivados de:

- Nanopartículas y partículas ultrafinas.
- Escaso control de los productos químicos en empresas pequeñas y medianas.



- Realización de actividades por trabajadores subcontratados con escaso conocimiento sobre los productos químicos.
- Incremento en el uso de resinas epoxi.
- Exposición a agentes químicos en el tratamiento de residuos.
- Exposición dérmica.
- Humos de escape de los motores diesel.
- Isocianatos.
- Fibras minerales artificiales.
- Sustancias químicas del sector de la construcción.

Aunque el sector de la construcción se asocia tradicionalmente a un elevado riesgo de accidentes, en los últimos años se está incrementando la exposición de los trabajadores del sector a una amplia variedad de agentes químicos en la mayoría de las fases del proceso constructivo, y que pueden generar importantes riesgos para su salud. Como se ha mencionado, el citado informe considera que los riesgos derivados de los productos químicos utilizados en la construcción se encuentran entre los principales riesgos químicos emergentes identificados, y destaca el amianto, los polvos de madera, los productos con sílice cristalina y los disolventes como los agentes químicos que tienen una mayor importancia en el sector. Muchos agentes químicos a los que están expuestos los trabajadores de la construcción proceden de productos, materiales o emisiones de equipos utilizados en la construcción que cada vez tienen un mayor uso, debido a las buenas cualidades que aportan en determinados elementos u operaciones constructivas; sin embargo, a medida que avanza el conocimiento científico, se revelan nuevos resultados sobre las consecuencias que algunos de estos agentes químicos pueden ocasionar en la salud humana, especialmente debido a su efecto cancerígeno o sensibilizante. En este sentido se observa un incremento en los últimos años en la publicación de monografías de la International Agency for Research on Cancer (IARC) sobre agentes carcinogénicos, muchos de ellos presentes en la construcción (Tabla 1) (2).



Clasificación IARC		Nº agentes (1987) Monografías	Nº agentes (2012) Monografías
Carcinógeno en humanos	Grupo 1	51	107
Probable carcinógeno en humanos	Grupo 2A	37	63
Possible carcinógeno en humanos	Grupo 2B	159	271
No clasificable como carcinógeno en humanos	Grupo 3	381	509
Probable no carcinógeno en humanos	Grupo 4	1	1

Tabla 1. Publicaciones de monografías sobre agentes carcinogénicos según el sistema de clasificación IARC. Fuente: (2)

En España, según datos actuales del Observatorio de Enfermedades Profesionales (CEPROSS) y de Enfermedades Causadas o Agravadas por el Trabajo (PANOTRATSS), el índice de incidencia de enfermedades causadas por agentes químicos en el sector de la construcción presenta uno de los valores más altos, por detrás de la industria manufacturera y otros servicios, y dicho valor es significativamente más elevado que el índice de incidencia general para este grupo de enfermedades profesionales (3). A pesar de la baja notificación de enfermedades profesionales a favor del parte de accidentes en el sector de la construcción, las enfermedades de la piel y del aparato respiratorio en trabajadores de este sector tienen una importante incidencia, junto a la pérdida auditiva y las enfermedades osteomusculares, especialmente en operadores de instalaciones industriales y maquinaria fija. Las enfermedades profesionales declaradas son mayoritariamente de carácter leve, sin embargo, entre las pocas enfermedades de carácter grave, que se encuentran entre los partes de enfermedad profesional, destacan las que afectan a la piel (3).

Tanto las enfermedades profesionales del aparato respiratorio como las de la piel pueden estar relacionadas con la exposición de los trabajadores del sector a agentes químicos. En este aspecto, de acuerdo con la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, la

mayor exposición conjunta (inhalación o manipulación) de agentes químicos se presenta en el sector de la construcción, seguido de la industria y el sector agrario (4).

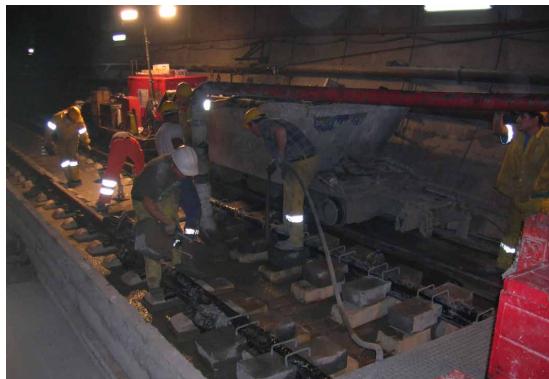


Ilustración 1. Hormigonado en vía ferroviaria.

En este capítulo se identifican los principales agentes químicos que pueden originar riesgos químicos emergentes en el sector de la construcción, describiendo las tareas u operaciones en las que suponen mayor exposición, las consecuencias que pueden producir sobre la salud de los trabajadores y las características de la exposición. Para ello se ha revisado la bibliografía a fin de identificar los principales agentes químicos a los que pueden estar expuestos los trabajadores de la construcción para los que el conocimiento reciente haya revelado nuevas consecuencias graves para la salud humana. Se describen las características de estos agentes, en qué operaciones se suelen generar y de qué productos o equipos pueden proceder, así como las propiedades que estos tienen y su utilidad en la construcción. Para cada uno de estos agentes, y considerando el conocimiento científico reciente, se describen los efectos que pueden provocar sobre la salud humana y los niveles de exposición que se pueden esperar en distintas ocupaciones u operaciones de la construcción.

II. Resultados

Teniendo en cuenta los resultados de los estudios, se considera que los riesgos emergentes químicos en el sector de la construcción,



bajo los criterios anteriormente descritos y partiendo de la lista de la AESST, proceden principalmente de los siguientes agentes:

- Nanopartículas
- Resinas epoxi
- Fibras minerales artificiales
- Isocianatos
- Disolventes orgánicos
- Polvos de sílice cristalina
- Polvos de madera
- Humos de escape de motores diesel

A continuación se exponen los resultados más significativos encontrados en los estudios revisados sobre estos agentes en el sector de la construcción:

Nanopartículas

Se define nanomaterial como material natural, secundario o fabricado que contenga partículas, sueltas o formando un agregado o aglomerado y en el que el 50% o más de las partículas en la granulometría numérica presenta una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendido entre 1 nm y 100 nm. En casos específicos, y cuando se justifique por preocupaciones del medio ambiente, salud, seguridad o competitividad, el umbral de la granulometría numérica del 50% puede sustituirse por un umbral comprendido entre el 1 % y el 50 % (5).

Las extraordinarias propiedades químicas y físicas de los materiales a escala nanométrica (elevada resistencia estructural, gran durabilidad de los materiales, propiedades antimicrobianas, facilidad de limpieza de las superficies, etc.) permiten numerosas aplicaciones de los nanomateriales y los nanocomposites en el sector de la construcción, entre las que cabe destacar las siguientes (Tabla 2) (6):



Nanomaterial	Uso en la construcción	Propiedades
Nanotubos de carbón	Hormigón	Durabilidad, resistencia al agrietamiento
	Materiales cerámicos	Mejora las propiedades mecánicas y térmicas
	Celdas solares	Transmisión efectiva de electrones
Nanopartículas de SiO ₂	Hormigón	Refuerzo de resistencia mecánica
	Materiales cerámicos	Refrigerante, trasmisión de la luz, resistencia al fuego
	Ventanas	Resistencia al fuego, anti-reflejos
Nanopartículas de TiO ₂	Cemento	Rápida hidratación, incremento del grado de hidratación, auto-limpieza
	Ventanas	Anti-empañamiento, resistencia a la suciedad
	Celdas solares	Generación de energía de uso privado
Nanopartículas de Fe ₂ O ₃	Hormigón	Incremento de la fuerza de compresión, resistencia a la abrasión
Nanopartículas de Cu	Acero	Soldabilidad, resistencia a la corrosión
Nanopartículas de Ag	Revestimientos pinturas	Actividad biocida

Tabla 2. Ejemplos de nanomateriales usados en construcción. Fuente: (6)

En los últimos años están aumentando las opiniones sobre el mayor peligro que las nanopartículas podrían suponer para la salud humana respecto a los materiales equivalentes en tamaño micro; aunque el conocimiento sobre el efecto de las nanopartículas sobre la salud es todavía muy limitado. En cualquier caso, las características de las nanopartículas que parecen tener más influencia en lo relativo a su toxicidad son su tamaño, superficie específica y forma. Debido a su pequeño tamaño, las nanopartículas tienen un comportamiento eléctrico particular, originando una elevada reactividad química, lo que puede generar un mayor impacto sobre el funcionamiento normal del cuerpo humano. Por ejemplo, ciertas nanopartículas pueden inducir efectos inflamatorios (mediante un proceso llamado estrés oxidativo) o se pueden unir a partes específicas del cuerpo entorpeciendo su correcto funcionamiento. Además, por su tamaño, la superficie de las nanopartículas es proporcionalmente mucho mayor que su volumen y masa, lo que las convierte en más reactivas por unidad



de masa. El pequeño tamaño de las nanopartículas y el cambio en sus propiedades eléctricas pueden modificar su comportamiento físico, de forma que podrían (7):

- Comportarse como si fuesen como gases.
- Penetrar más profundamente en los pulmones y alcanzar más fácilmente el torrente sanguíneo.
- Ser transportadas al cerebro a través del nervio nasal.
- Atravesar la placenta y alcanzar al feto.
- Llegar a determinadas localizaciones del cuerpo (órganos, células, etc.) que suelen estar bien protegidas contra agentes de mayor tamaño.
- Atravesar más fácilmente la piel que partículas de mayor tamaño, sobre todo si la piel está dañada.

Respecto a la forma, algunas nanofibras pueden comportarse como agujas y atravesar determinados tejidos, superando barreras que suponen una protección para partículas de mayor tamaño (7).

En los trabajadores de la construcción, la principal vía de exposición a nanopartículas es la inhalatoria, principalmente durante la realización de tareas de mecanizado sobre nanomateriales en las cuales se puede generar polvo (corte, lijado, taladrado, perforado etc.) o niebla (pulverización de pintura). La vía dérmica también puede ser importante, aunque en menor medida que la vía inhalatoria, en tareas en las que gran parte del cuerpo del trabajador esté en contacto con nanomateriales. Con carácter general, cuanto más pequeña es una partícula, más penetra en los pulmones antes de depositarse. Sin embargo, para las nanopartículas, no siempre se cumple esto; de hecho, se ha observado que una fracción importante de las nanopartículas inhaladas son depositadas en la nariz, y de ellas un importante porcentaje acaba localizándose en el sistema nervioso, el tejido cerebral, el torrente sanguíneo y otros órganos como el corazón y el hígado, donde se pueden producir procesos inflamatorios que lleven a otra serie de efectos secundarios para la salud (7).

A continuación, se indican los efectos que se han relacionado con el manejo de productos utilizados en construcción que contienen algunas de las nanopartículas mejor estudiadas (7):



- Nanotubos de carbón:— Algunos estudios toxicológicos muestran que pueden tener un comportamiento similar al del amianto en los pulmones. Se observa que este efecto depende de la relación longitud- diámetro de las nanopartículas, el estado de aglomeración, las características superficiales y la presencia de pequeñas impurezas de catalizadores metálicos.
- Nanomateriales de TiO_2 :— Se suele presentar en forma de anatasa o de rutilo, siendo la primera de ellas la que muestra mayores efectos tóxicos. En caso de exposición prolongada a TiO_2 en forma de anatasa se han encontrado signos de efectos carcinogénicos, daños para el ADN, efectos en el desarrollo del sistema nervioso central del feto y efectos tóxicos para la reproducción en humanos.
- Nanomateriales de SiO_2 :— Los nanomateriales con SiO_2 en forma amorfa parecen ser solubles en agua, no presentan toxicidad y se considera que tienen los mismos riesgos para la salud que en escala no nanométrica. Sin embargo, en función de su forma de producción, estos nanomateriales pueden contener SiO_2 cristalino, que resulta muy tóxico y causante de silicosis.
- Nanomateriales de Ag:— Al contrario que su forma a escala normal, los nanomateriales de Ag pueden llegar al torrente sanguíneo y alcanzar el sistema nervioso central donde podrían tener importantes efectos adversos para la salud, debido principalmente a la gran superficie de estas nanopartículas que podría dar lugar a una liberación de iones de Ag relativamente elevada.

Resinas epoxi

Las resinas epoxi son materiales poliméricos termoestables que se endurecen al mezclarlas con un agente catalizador o endurecedor. Tradicionalmente, las resinas utilizadas son glicidil éteres obtenidos por reacción entre epiclorhidrina y bisfenol A, mientras que los endurecedores suelen ser grupos amino, hidroxilo y carboxilo. Las propiedades de las resinas epoxi se pueden modificar mediante la incorporación de otros agentes (diluyentes, flexibilizadores, pigmentos, etc.) que permiten ampliar la gama de aplicaciones en los procesos productivos. Las resinas, por sí mismas, no presentan ninguna



propiedad técnica útil hasta que son endurecidas mediante reacciones químicas que transforman su estructura lineal en un entramado o red tridimensional que se consigue añadiendo un agente endurecedor. Este proceso se conoce con el nombre de “curado”.

Entre las principales características de las resinas epoxi destacan: la mínima contracción durante el proceso de curado; la elevada adhesividad; las excelentes propiedades mecánicas; el alto aislamiento eléctrico; la gran resistencia química, y la elevada versatilidad. Estas propiedades permiten diversas aplicaciones en la construcción (8):

- Revestimientos y pinturas.
- Impregnación y reparación de estructuras de hormigón, ladrillo y madera.
- Reparación y sellado de conducciones, ventanas y marcos.
- Adhesivos para baldosas cerámicas.
- Aglutinantes para materiales compuestos reforzados con fibra.

La epiclorhidrina está considerada como carcinogénico del grupo 2A por la IARC y como carcinogénico de la categoría 1B en la UE, y existen evidencias de que el bisfenol A es un alterador endocrino. Sin embargo, la exposición inhalatoria al diglicil éter originado por la reacción de la epiclorhidrina y el bisfenol A es muy improbable en la manipulación de las resinas epoxi, puesto que se encuentra en concentración mínima en el ambiente debido a la baja volatilidad de la sustancia; no obstante, podría detectarse en operaciones de mecanizado de materiales con resinas epoxi (9). En cualquier caso, en los estudios revisados sobre resinas epoxi no se menciona el riesgo de exposición a epiclorhidrina o bisfenol A en el sector de la construcción.

La resina tratada y endurecida es prácticamente inerte y no supone acción toxicológica. Los efectos adversos de las resinas epoxi son ocasionados, generalmente, por el producto sin curar; y habitualmente estos efectos se deben a los agentes de curado, los diluyentes y otros agentes utilizados en la formulación de las resinas. Así, las poliamidas tienen elevada reactividad y volatilidad y presentan propiedades

irritantes y sensibilizantes para la piel y el tracto respiratorio. Los anhídridos de ácido carbónico son muy utilizados como agentes de curado y tienen un importante efecto sensibilizante incluso a baja intensidad de exposición, pudiendo causar irritación de ojos, piel y vías respiratorias. Las resinas epoxi son consideradas como compuestos con efectos alergénicos y son una de las principales causas de dermatitis por contacto laboral, particularmente en el sector de la construcción (1). En este sentido, las resinas epoxi utilizadas comúnmente en la construcción son de bajo peso molecular y pueden resultar más sensibilizantes que las que tienen oligómeros de mayor peso molecular.

En la literatura se encuentran diversas evidencias de los efectos adversos de las resinas epoxi (incluyendo endurecedores, diluyentes, etc.) en los trabajadores de la construcción tales como sensibilización, alergias y dermatitis por contacto con resinas epoxi sin curar durante operaciones de revestimiento de fibra de vidrio, reparación de grietas de hormigón, solado, marmolado, utilización de cemento epóxico para el revestimiento de túneles, etc. (8).



Ilustración 2. Trabajos de revestimiento de túnel.



Fibras minerales artificiales

Los materiales a base de fibras minerales artificiales (FMA) son productos inorgánicos manufacturados formados por partículas con una relación longitud/ diámetro mayor que 3, y con lados aproximadamente paralelos (forma cilíndrica). Estas fibras son no cristalinas, es decir, son amorfas, al contrario del amianto, que está formado por fibras cristalinas. Las FMA más habituales se fabrican a partir de vidrio fundido (fibra de vidrio), roca fundida (lana de roca), escoria fundida (lana de escoria) o arcilla (fibra cerámica) (11). Con carácter general, se pueden clasificar en función de si contienen o no silicio en su composición. Entre las primeras se encuentran: las fibras cerámicas refractarias o lana de silicato de aluminio (ϕ : 1-3 μm), las fibras de mullita (ϕ : 1-3 μm), las lanas de vidrio (ϕ : 1,7-3,5 μm), las lanas de roca (ϕ : 1,7-3,5 μm), las lanas de escoria (ϕ : 1,7-3,5 μm), las fibras de vidrio (ϕ : $\leq 1\mu\text{m}$) y los filamentos continuos (ϕ : $\geq 6\mu\text{m}$). Entre las segundas, las más frecuentes son: las fibras de carbón (ϕ : 5-8 μm), las fibras de alúmina (ϕ : 3-3,5 μm) y las fibras de titanato potásico (ϕ : $\leq 1\mu\text{m}$) (1).

Las principales aplicaciones de las FMA y los trabajos con mayor exposición a estos productos en la construcción se reflejan en la Tabla 3 (10):

Tipo de FMA	Uso	Oficios afectados
Lana de roca	Aislamiento térmico, protección contra el fuego de las estructuras, aislamiento acústico, barrera contra la humedad	Pintores, albañiles, peones
Lana de escorias	Aislamiento térmico, protección contra el fuego de las estructuras, aislamiento acústico	Pintores, albañiles, peones
Fibra de vidrio	Aislamiento térmico, aislamiento de conducciones, calderas, marcos, cubierta, de tejas, paneles de yeso, tejados, pisos de baldosa	Instaladores, aisladores, carpinteros, caldereros, peones, pintores, soladores
Fibras cerámicas refractarias (Lana de silicato de aluminio)	Elevado aislamiento térmico ante altas temperaturas, aislamiento de conductos, aislamiento de estructuras	Aisladores, peones, albañiles

Tabla 3. Principales aplicaciones de las FMA en construcción. Fuente: (10)



Las propiedades de los productos fabricados con FMA permiten que sean utilizados como sustitutos del amianto en diversas aplicaciones de la construcción, aunque los resultados de diversos estudios recientes evidencian que también pueden presentar importantes riesgos para la salud de los trabajadores. Se ha propuesto que determinados tamaños de fibra pueden tener actividad biológica. En general, las estructuras de la fibra incrementan el potencial inflamatorio, citotóxico y carcinogénico. También se puede producir estrés oxidativo de las células, especialmente en el caso de exposiciones repetitivas. Las fibras con diámetro inferior a 3 μm resultan más peligrosas, puesto que pueden alcanzar la zona alveolar de los pulmones al penetrar por vía inhalatoria. El efecto tóxico de las FMA está relacionado con su tamaño; a mayor longitud y menor diámetro de las fibras, mayor es dicho efecto. Los fabricantes modifican continuamente los productos a base de FMA que contienen silicio para que sean menos biopersistentes; sin embargo, se tienen muy pocos datos de los efectos toxicológicos de estos nuevos productos (1).

En función de su tamaño, cada tipo de fibra ha sido clasificada en distintos grupos en lo que se refiere a su carcinogenicidad. Recientemente la IARC ha reevaluado los riesgos de las FMA vítreas y concluye que sólo los materiales más persistentes, tales como las fibras cerámicas refractarias, permanecen clasificadas como posiblemente carcinogénicas para los humanos (grupo 2B) (10).

Además, en base a los datos disponibles sobre exposición a FMA en la construcción, se observa especial preocupación por la exposición de los trabajadores del sector a fibras cerámicas refractarias, la cual es muy superior a la del resto de FMA. Los albañiles, peones y trabajadores que realizan operaciones de aislamientos son los que presentan mayor nivel de exposición a estas FMA, especialmente en operaciones de corte e instalación de los materiales (10).

Isocianatos

Los isocianatos, compuestos cuya característica común es su elevada reactividad química frente a compuestos que disponen de hidrógenos activos, son precursores del poliuretano. El producto a base de poliuretano más extendido en la construcción es la espuma de poliuretano, que es un material sintético y duroplástico, altamente



reticulado y no fusible, que se obtiene a partir de poliol e isocianato, aunque en su formulación se utilizan diversos aditivos. La reacción de sus componentes libera dióxido de carbono, gas que forma las burbujas propias de estas espumas.

Con el fin de buscar edificaciones más eficientes, la espuma de poliuretano rígido (densidad: 30-50 kg/m³) es una solución muy eficaz para el aislamiento (térmico y acústico) y la impermeabilidad de las construcciones. Además, la utilización de espuma de poliuretano, en comparación con otros materiales aislantes, minimiza los puentes térmicos, logrando un considerable ahorro de energía. Este material también permite obtener un alto grado de impermeabilidad y cumple con los niveles de seguridad contra incendios exigidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE) (12).

La aplicación del poliuretano se realiza con un equipo de proyección que controla la dosificación del producto, así como el caudal y la presión. La exposición dérmica e inhalatoria a isocianatos se puede producir no sólo en la aplicación del producto, durante la cual el operario puede verse envuelto por las partículas dispersadas en el aire, sino que también puede existir exposición en procesos de demolición, soldadura o por la propia degradación térmica o química del producto. Los isocianatos producen efectos irritantes en la membrana mucosa de los ojos, en el tracto gastrointestinal y en el respiratorio. También pueden producir efectos inflamatorios y dermatitis. Además, pueden producir sensibilización a los trabajadores, de modo que los trabajadores sensibilizados pueden sufrir severos ataques de asma en subsiguientes exposiciones (1).

Una de las mayores preocupaciones derivadas del manejo de productos de poliuretanos es la persistencia de grupos isocianato libres en la superficie de los materiales tratados; las espumas de poliuretano tienen tiempos variables de curado y pueden presentar grupos isocianato libres, incluso cuando el producto parece seco, que pueden originar asma o problemas respiratorios a los trabajadores expuestos. Además, los trabajadores también pueden estar expuestos a grupos isocianato libres cuando se realizan tareas mecánicas (taladrado, demolición, etc.) de materiales tratados con las espumas que puedan generar polvos (12).

Disolventes orgánicos volátiles

Los disolventes orgánicos se utilizan solos o en combinación con otros agentes para disolver materias primas, productos o materiales residuales. La mayoría de los disolventes orgánicos utilizados en la construcción son volátiles (la presión de vapor es superior a 0,1 mbar a 20°C), tienen un bajo punto de ebullición y se evaporan fácilmente.



Ilustración 3. Envases de pinturas y barnices.

En el sector de la construcción el principal uso que se hace de los productos que contienen disolventes orgánicos es el de revestimiento de superficies con fines decorativos o para proteger ante la humedad. Los disolventes tienen como principal objetivo reducir la viscosidad de pinturas, barnices y resinas, y permitir así una adecuada cobertura de la superficie tratada. También es frecuente utilizar estos disolventes para la limpieza de utensilios y herramientas.

Los resultados de los estudios muestran un incremento en el número de pintores que se retiran anticipadamente debido al llamado “síndrome del disolvente”, enfermedad que presenta síntomas neuropsiquiátricos asociados a la exposición a disolventes orgánicos tales como el glicol éter o el éster. Los síntomas característicos asociados a estos disolventes son pérdida de memoria, fatiga y otros problemas del sistema nervioso central. Algunos disolventes pueden producir dermatitis por contacto, al actuar sobre los lípidos de la piel



y dañar la protección natural que esta supone. En este sentido, una de las funciones del estrato córneo es actuar de barrera frente a la penetración de alérgenos, sustancias irritantes y microorganismos, y evitar la pérdida de agua. Los disolventes pueden dañar y secar la piel, lo que puede favorecer que se produzcan dermatitis e infecciones. Determinadas mezclas de disolventes orgánicos pueden tener efectos carcinogénicos, mutagénicos o tóxicos para la reproducción, aunque no existe demasiado conocimiento a este respecto (1).

En el sector de la construcción los oficios que suelen estar expuestos más intensamente a los disolventes orgánicos son los de pintores y los de carpinteros, por el uso de pinturas y barnices, respectivamente. Los principales efectos que se han relacionado con la exposición a disolventes orgánicos en la construcción son de carácter neurotóxico, y respiratorio (bronquitis). Existen estudios en los que se comparan los síntomas encontrados en estas dos ocupaciones como consecuencia de la exposición a disolventes orgánicos, y coinciden en que los síntomas neurotóxicos y los problemas respiratorios debidos a la exposición a disolventes orgánicos es mayor en el caso de los pintores que en el de los carpinteros de la construcción (13), (14).

También se han encontrado evidencias del efecto ototóxico de determinados disolventes, cuyos efectos se ven agravados cuando el trabajador está también expuesto al ruido. Ensayos en ratas han revelado que la exposición al ruido y a determinados disolventes, tales como tolueno, estireno, etilbenceno o tricloroetileno, inducen efectos sinérgicos adversos sobre la audición. Además de los daños que esta exposición combinada produce sobre la cloquea, recientes estudios demuestran que los disolventes reducen el efecto protector del músculo estapedio en el oído medio, que se contrae por acto reflejo en respuesta a los altos niveles de ruido. La perturbación de este reflejo puede permitir la penetración de elevados niveles de energía acústica al oído interno. También existen estudios epidemiológicos que consideran muy probables los efectos de este riesgo combinado; sin embargo, existe dificultad tanto para analizar estos datos obtenidos en humanos como para extrapolar los resultados de los ensayos realizados en animales. Se ha observado que la exposición a disolventes orgánicos puede incrementar los daños en el oído incluso cuando la exposición al ruido se encuentra por debajo de los



límites de exposición (15). Este riesgo combinado es especialmente importante en el sector de la construcción, donde, como se comentó en otros capítulos, los trabajadores pueden estar expuesto a altos niveles de ruido provenientes principalmente de los equipos de trabajo: martillo neumático, perforador neumático, sierra industrial, grúa, retroexcavadora, etc. (16). Las características de las obras de construcción (espacios abiertos, gran cantidad de tareas realizadas a la vez) facilita que los pintores y carpinteros, que son las ocupaciones de la construcción más expuestas a los disolventes orgánicos, puedan estar expuesto a elevados niveles de ruido no sólo originado por los equipos que ellos manejan, sino también por el generado por otros equipos utilizados en sus inmediaciones.

Polvos de sílice cristalina

La sílice cristalina es un componente básico de la tierra, arena, granito y muchos otros minerales. Las formas más comunes de sílice cristalina son el cuarzo, la cristobalita y la tridimita. Las tres formas pueden convertirse en partículas que se pueden inhalar cuando se mecanizan materiales que contienen sílice cristalina, tales como hormigón, materiales cerámicos, rocas o aglomerados de sílice.

Aunque los trabajadores de la construcción pueden estar expuestos al polvo de sílice generado durante las operaciones de mecanizado de cualquiera de estos materiales, el alto contenido en sílice cristalina de los aglomerados de sílice y el incremento de su uso en diversas aplicaciones constructivas puede suponer un riesgo de exposición especialmente importante para los trabajadores que instalan y mecanizan dichos aglomerados en las obras de construcción. Los aglomerados de sílice son productos elaborados con triturados o micronizados de materiales con alto contenido de sílice cristalina junto con otros como vidrio, feldespato, aditivos, etc. aglutinados con resinas de poliéster o acrílicas. La sílice cristalina es el componente principal de los aglomerados de sílice que se comercializan en la actualidad, siendo normalmente su contenido superior al 70 %. El cuarzo y la cristobalita son las formas de sílice cristalina más comunes en estos materiales, aunque habitualmente se denominan “aglomerados de cuarzo” por ser esta la forma que predomina en su composición. El contenido de sílice cristalina en piedras naturales es muy inferior

al porcentaje de este agente químico en los aglomerados de cuarzo. Aunque depende del origen del material, por lo general en el mármol se puede encontrar un porcentaje de sílice libre cristalina de hasta el 5% y en el granito de hasta el 30% (17).



Ilustración 4. Corte de bloques de hormigón mediante sierra circular.

Las propiedades físicas y químicas de los aglomerados de cuarzo (dureza, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad, transparencia, bajo coeficiente de absorción de líquidos, mínimo desgaste por rozamiento, elevado coeficiente de flexión, etc.) aportan características de baja absorción de líquidos, mínimo desgaste al rozamiento, gran protección antimicrobiana, elevado coeficiente de flexión, gran versatilidad estética, etc., que permiten la fabricación de productos tales como encimeras de baños y cocinas, pavimentos y revestimientos de bajo espesor, etc.

La sílice cristalina en contacto directo con la piel en estado seco causa irritación por abrasión mecánica; en contacto con los ojos puede provocar la irritación de los mismos; su ingestión en grandes cantidades puede provocar irritación y bloqueo gastrointestinal; y su inhalación puede irritar la nariz, garganta y vías respiratorias. Sin embargo, la exposición crónica a partículas de polvo suficientemente pequeñas como para ser inhaladas y penetrar profundamente en los pulmones (sílice cristalina respirable) puede producir silicosis, enfermedad profesional atribuible a la inhalación de dióxido de silicio en forma cristalina. La silicosis se enmarca en el grupo de las



neumoconiosis, que son enfermedades pulmonares resultantes de la inhalación y acumulación de polvo inorgánico, así como de la reacción que se produce en el tejido pulmonar a consecuencia de las partículas depositadas. El riesgo de enfermedad de silicosis se relaciona con la cantidad de sílice cristalina inhalada a lo largo de la vida laboral y, una vez desarrollada la enfermedad, no se dispone de ningún tratamiento eficaz, por lo que la adopción de medidas preventivas para evitar su aparición es fundamental (18).

Aunque el efecto más importante en humanos producido por la inhalación de sílice cristalina respirable es la silicosis, estudios recientes han llevado a la IARC a clasificar este compuesto como carcinogénico del grupo 1. De hecho, la sílice cristalina es considerado como el tercer agente carcinogénico más frecuente en el trabajo de entre los 139 cubiertos por el proyecto CAREX (CARcinogen EXposure), después de la radiación solar y el tabaco. Existe suficiente información para afirmar que el riesgo de cáncer de pulmón se ve incrementado en personas con silicosis, por lo que reduciendo el riesgo de aparición de silicosis se puede prevenir el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón (1).

Los trabajadores que inhalan partículas finas de sílice cristalina respirable pueden tener un riesgo importante de desarrollar alguna de las enfermedades pulmonares descritas. El polvo de sílice en la construcción se produce principalmente cuando se realizan operaciones de corte, amolado, triturado o perforado de materiales que contienen este compuesto. En estas operaciones, las partículas pequeñas de polvo de sílice cristalina respirable pueden permanecer en el aire y, cuando son inhaladas por los trabajadores, penetran en las zonas profundas de los pulmones. Los estudios demuestran que en operaciones de mecanizado de materiales que contienen sílice cristalina mediante herramientas manuales (sierras circulares, pulidoras, etc) sin sistemas de control del polvo se pueden producir exposiciones a sílice cristalina respirable superiores a $0,1 \text{ mg/m}^3$ promediados para 8 horas. En operaciones en locales cerrados los niveles que se pueden alcanzar son significativamente superiores (20). Se debe considerar a este respecto que en el documento Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2013 se establece un VLA-ED para la sílice cristalina respirable procedente del cuarzo de $0,1 \text{ mg/m}^3$, aunque la evidencia



de la peligrosidad de este compuesto ha llevado a proponer una modificación de este valor para dejarlo en 0,05 mg/m³ (20).

La exposición al polvo de sílice en la construcción debido a la instalación de aglomerados de cuarzo se produce principalmente en las operaciones de corte y acabado necesarios para su adecuada puesta en la obra; y, habitualmente, se realiza mediante el uso de herramientas portátiles (cortadoras, pulidoras, etc). Sin embargo, no se han encontrado estudios de exposición a sílice en las operaciones de instalación de estos aglomerados, aunque, considerando el alto contenido en sílice cristalina que tienen se pueden esperar importantes niveles de exposición (18).

Polvos de madera

Los polvos de madera son partículas sólidas dispersas en el ambiente debido a la disagregación de algún material derivado de la madera sólida y su corteza. Desde el punto de vista de los riesgos para la salud de los trabajadores tiene especial importancia la procedencia de las maderas empleadas en la fabricación de los materiales utilizados. Habitualmente se distinguen dos tipos de maderas: duras y blandas. Las maderas blandas proceden generalmente de coníferas y las maderas duras, de árboles de hoja caduca y de ciertas especies tropicales. Es frecuente que en la construcción se utilicen materiales constituidos por distintos tipos de madera, no siempre conocidos por el usuario, lo cual puede dificultar la evaluación del riesgo de exposición para los trabajadores (21).

A continuación se presenta una lista indicativa con los distintos tipos de madera en función de su procedencia (Tabla 4) (21):

Maderas duras	Maderas duras tropicales	Maderas blandas
Arce	Kauri	Abeto
Aliso	Kambala	Cedro
Abedul	Red pine	Ciprés
Carpe	Palisandro	Alerce
Castaño	Palisandro de Brasil	Picea
Haya	Ébano de Asia	Pino
Fresno	Caoba africana	Pino de Oregón



Maderas duras	Maderas duras tropicales	Maderas blandas
Nogal	Bete	Secuoya
Sicomoro	Balsa	Thuja
Chopo	Nyatoh	Hemlock
Cerezo	Afromosia	
Roble	Meranti	
Sauce	Teca	
Tilo	Afara	
Olmo	Samba	

Tabla 4. Lista orientativa de las principales maderas comercializadas. Fuente: (21)

Las principales características de la madera que le dan utilidad en la construcción, son su resistencia, dureza, rigidez y densidad. Esta última suele determinar las propiedades mecánicas de la madera, ya que cuanto más densa es, su composición es más fuerte y dura, lo que aporta una elevada resistencia a la compresión, a la flexión, al impacto y a las tensiones. Estas características convierten a la madera en un excelente material para diversas aplicaciones en la construcción; los materiales derivados de la madera se utilizan fundamentalmente en carpintería y en aplicaciones estructurales, pero también tienen otras importantes aplicaciones como encofrados, embalajes, envases, cerramientos provisionales, estands, etc. Además, la madera se considera material ecológico y renovable, lo que, debido a la tendencia hacia la sostenibilidad medioambiental, puede incrementar su uso en la construcción en los próximos años.

A pesar de estas ventajas, la utilización de la madera en la construcción también tiene una serie de características que la convierte en un material que puede presentar importantes riesgos. En particular; en lo que se refiere a agentes químicos, los polvos de ciertas maderas pueden generar importantes consecuencias para la salud de los trabajadores de la construcción. La exposición al polvo de madera puede causar diversos trastornos y enfermedades respiratorias y dérmicas. El efecto más importante para la salud, originado por el polvo de madera, es el cáncer nasal, que ha sido observado predominantemente entre trabajadores expuestos a polvo de maderas.



duras, aunque también existe sospecha de que los polvos de algunas maderas blandas puedan resultar carcinogénicos (22).

La IARC ha clasificado el polvo de madera como carcinogénico para humanos basado en evidencia epidemiológica. En 2001 se inició el proyecto WOOD-RISK (*Risk assessment of wood dust: Assessment of exposure, health effects and biological mechanisms*), cuyo objetivo principal era disponer de una base de datos actualizada sobre la exposición laboral al polvo de madera en Europa, con objeto de evaluar las asociaciones entre la exposición al polvo de madera y las alteraciones moleculares de cáncer nasal y estudiar los mecanismos de inflamación pulmonar relacionados con la exposición al polvo de madera. En concreto, la exposición al polvo de madera fue evaluada en un subproyecto separado, llamado WODEX. El estudio estima que en la UE hay cerca de 1,2 millones de trabajadores del sector de la construcción expuestos al polvo de madera, la mayoría de ellos carpinteros, y que dicho sector es uno de los que tienen mayores niveles de exposición (junto con la fabricación de muebles). Aproximadamente un 21% de trabajadores de la construcción de la UE expuestos a polvos de madera superan niveles de exposición de 5 mg/m³ (principalmente carpinteros e instaladores de parqué), muchos de los cuales utilizan equipos para trabajar la madera en locales cerrados sin sistemas de ventilación, e incluso en espacios confinados donde existe dificultad para adoptar medidas de control técnico para reducir los niveles de polvo (24). Se debe tener en cuenta que en el documento de Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2013 se establece un VLA-ED para el polvo inhalable de madera dura de 5 mg/m³ (21).

Aunque los carpinteros son el colectivo de la construcción más expuesto a los polvos de madera, también pueden estar expuestos trabajadores de otros oficios, tales como albañiles, instaladores, operadores de máquinas, pintores, etc., así como cualquier trabajador que se encuentre en las inmediaciones de puestos de trabajo en los que se realicen operaciones que generen el polvo de madera.



Ilustración 5. Restos de madera utilizada para encofrados en construcción de puente.

En cualquier caso, la exposición en los distintos puestos de trabajo en la construcción es muy variable, tanto en las condiciones ambientales como en la duración de las tareas; en algunos casos, el mecanizado de la madera se realiza en operaciones al aire libre, donde se espera una menor exposición, mientras que otras se realizan en locales cerrados. De las operaciones de mecanizado e instalación de madera realizadas en la construcción, las que parecen tener mayor exposición son el aserrado, lijado y perforado de la madera, especialmente cuando se utilizan herramientas eléctricas. También durante las operaciones de limpieza se pueden encontrar importantes niveles de exposición. Respecto al tipo de material, las operaciones de aserrado y lijado sobre tableros de fibra de media densidad o los paneles de fibrocemento con madera (en cuya composición tienen más de un 60% de madera) son las que parecen presentar mayor exposición (22).

Humos de escape de los motores diésel

La mayor parte de la maquinaria pesada utilizada en construcción funciona con motores diésel. En estos motores, el gasoil es inyectado a una presión superior a la existente en el interior de los cilindros, mezclándose con el aire comprimido y realizándose el proceso de combustión. Los humos de escape generados se componen de una



mezcla compleja de gases y partículas de diésel. Los componentes principales de estos humos son:

- Monóxido de carbono
- Dióxido de carbono
- Dióxido de azufre
- Óxido de nitrógeno
- Aldehídos
- Hidrocarburos
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos
- Hollín (carbón)

El componente principal de los humos diésel es el hollín (60-80%), generándose mayor cantidad cuanto más incompleta es la combustión. El hollín está formado principalmente por pequeñas partículas que se inhalan fácilmente y se depositan en la parte baja de los pulmones, donde ocasionan los principales efectos sobre la salud (24).

Recientemente, la IARC ha clasificado los humos de escape de los motores diésel como carcinogénicos para humanos (grupo 1), basado en suficiente evidencia que asocia la exposición a estos humos con un incremento del riesgo de cáncer de pulmón y una evidencia limitada que asocia la exposición a un incremento del cáncer de vejiga (25). Algunos estudios también asocian la exposición a los humos de escape diésel con el cáncer de próstata (26). Asimismo, el humo de escape diésel es considerado como uno de los agentes carcinogénicos más frecuentes en el trabajo conforme al proyecto CAREX (CARcinogen EXposure), después de la radiación solar, el tabaco y la sílice cristalina (1).

Prácticamente cualquier trabajador de la construcción va a estar expuesto en mayor o menor medida a humos diésel, y en particular los operadores de maquinaria pesada (excavadoras, rodillos, máquinas de aglomerar, motoniveladoras, camiones, etc.) y los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones de estas máquinas, así como de otros equipos que trabajan con motores diésel (compresores, generadores, camiones, etc.) (23).



Ilustración 6. Trabajadores expuestos a humo de escape de retroexcavadoras.

Los estudios sobre exposición a humos de escape de los motores diésel en la construcción se han centrado principalmente en los operadores de maquinaria pesada, trabajadores en obras de túneles y trabajadores en obras de carreteras. Entre los operadores de maquinaria pesada utilizada en construcción, los que parecen presentar mayor exposición son los que manejan máquinas para el movimiento de tierras (excavadoras, retroexcavadoras, máquinas mixtas, etc.). También los conductores de camiones están expuestos de forma importante a los humos de escape diésel. De hecho, comparando estos dos colectivos, se ha observado que los conductores de camiones tienen un riesgo mayor de padecer cáncer de pulmón que los operadores de maquinaria pesada. Esto puede ser debido a que los conductores de camiones están más expuestos a los humos, pero también a una mayor exposición a otros agentes que incrementan el riesgo de cáncer de pulmón, tales como el humo de tabaco o la polución procedente del tráfico (26).

También los trabajadores de obras de carreteras han sido objeto de estudios para estimar la exposición a partículas de carbón procedente de los humos de escape de los motores diésel. En estos trabajos la mayor exposición se ha encontrado en puestos distintos a los operadores de máquinas (montadores, instaladores, etc.), esto puede ser debido a que en estas operaciones se utilizan equipos auxiliares de

motores diésel que no disponen de cabina, tales como las plataformas elevadoras. En la construcción de carreteras las operaciones de instalación de falsos techos y el revestimiento en túneles, la puesta en obra de hormigón, la colocación de conductos en zanjas y los trabajos de excavación son las que presentan mayores niveles de concentración de carbono elemental (27).

En general, en las operaciones en túneles, donde habitualmente se utiliza maquinaria pesada de motores diésel, la exposición esperada al carbono elemental es mayor que en operaciones al aire libre (28).



Ilustración 7. Grupo electrógeno con motor diésel en túnel.

III. Conclusiones

A tenor de los resultados de los estudios revisados, el nuevo conocimiento sobre las consecuencias de los agentes químicos utilizados en la construcción está relacionado principalmente con efectos sensibilizantes y carcinogenicidad. En algunos casos, como el de los nanomateriales, no existe demasiada información sobre las consecuencias ni sobre la exposición de los trabajadores de la construcción a estos agentes, lo cual dificulta las evaluaciones del riesgo. Sin embargo, la exposición de los trabajadores del sector a estos agentes es una realidad y se espera que se vea incrementada en los próximos años (7).



Entre los agentes que pueden generar efectos sensibilizantes o alergias cabe destacar las resinas epoxi y los isocianatos. Las alergias de contacto por la piel entre los trabajadores de la construcción pueden ser, en un importante porcentaje, debido a la manipulación de resinas epoxi, y los efectos adversos encontrados en trabajadores del sector debidos a este agente se producen principalmente por contacto con la resina sin curar (8). Incluso un contacto mínimo con las resinas epoxi puede generar el desarrollo de efectos alérgicos en trabajadores especialmente sensibles (1). Las resinas epoxi tienen propiedades muy beneficiosas para la construcción y resulta difícil de sustituir por otra sustancia menos peligrosa. Además, el continuo desarrollo de resinas epoxi con nuevas propiedades y componentes puede generar incertidumbre respecto a los efectos que puede tener sobre la salud de los trabajadores (1). En el caso de los isocianatos, resulta especialmente preocupante la persistencia de radicales libres en las superficies aplicadas con espumas de poliuretano, que pueden originar problemas respiratorios y asma en los trabajadores expuestos (12).

La evidencia científica ha provocado que algunos de los agentes químicos a los que están expuestos los trabajadores de la construcción hayan sido objeto de clasificaciones más severas en lo que se refiere a sus efectos carcinogénicos, como es el caso de algunas FMA, el polvo de sílice cristalina respirable, el polvo de ciertas maderas o el humo de los motores diésel. Según las evidencias científicas, los riesgos relativos a enfermedades de pulmón debido a la exposición a FMA son mucho menores que los debidos al amianto. Esto está dando lugar a que la FMA sustituya al amianto como material aislante y de protección contra incendios. Sin embargo, la exposición a las FMA también suscita preocupación, especialmente en el caso de fibras cerámicas refractarias, y se requiere completar la información sobre su uso y reunir más datos sobre la exposición de los trabajadores de la construcción a estas fibras (10).

Respecto a la sílice cristalina respirable, según la IARC, existe evidencia científica suficiente para considerar este agente como carcinogénico en humanos y para afirmar que los trabajadores que sufren silicosis tienen más probabilidad de desarrollar cáncer de pulmón. No existe tratamiento eficaz contra la silicosis, por lo que la

adopción de medidas eficaces para reducir la exposición a la sílice cristalina respirable es la única forma de prevenir las enfermedades asociadas a este agente. Es fundamental concienciar y adoptar medidas de prevención e implantar buenas prácticas para reducir en todo lo posible la exposición (1). Aunque existen diversos estudios sobre las consecuencias de la sílice cristalina respirable y sobre la exposición en la construcción debido a la mecanización de materiales minerales, no se han encontrado estudios de exposición durante la instalación en obra de aglomerados de cuarzo, en cuya operación son esperables elevados niveles de exposición debido al alto porcentaje en sílice de estos materiales.



Ilustración 8. Corte de madera mediante sierra circular.

El cáncer nasal es el efecto más importante originado por la exposición a polvo de madera. Aunque este efecto está principalmente asociado a la exposición a polvo de maderas duras, también existen sospechas de que algunas maderas blandas pueden resultar carcinogénicas (22). Se debe considerar la dificultad de evaluar el riesgo de exposición a polvo de madera debido a que no siempre se conoce la procedencia de las maderas utilizadas en la construcción, por lo que es preciso solicitar la composición de los tableros utilizados al fabricante o suministrador de los mismos (21), (23). Los resultados sugieren que se requiere un estudio más profundo de la exposición a polvo de madera en el sector de la construcción, especialmente entre los carpinteros (23).

Otro agente recientemente clasificado como carcinogénico para humanos, en este caso procedente del uso de determinados equipos de trabajo, son los humos procedentes de los motores diésel (25). Aunque, a juzgar por los resultados de los estudios, los trabajadores de la construcción más afectados son los operadores de maquinaria pesada, especialmente cuando se manejan en túneles, prácticamente cualquier trabajador de la obra puede estar expuesto en mayor o menor medida a estos humos. Sin embargo, la estimación de la exposición es compleja debido a la gran cantidad de componentes de estos humos y a la variación de las concentraciones que se pueden dar en los distintos puestos de la construcción.



Ilustración 9. Trabajadores expuestos a humos diésel en el interior de túnel.

En lo relativo a los disolventes orgánicos, además de los efectos más conocidos que pueden originar a los trabajadores expuestos (trastornos neuropsiquiátricos, dermatitis, efectos alérgicos, etc.), en los últimos años ha despertado especial preocupación los efectos oto-tóxicos que se pueden dar en combinación con el ruido (22), (15). También existen sospechas de los efectos carcinogénicos de ciertas mezclas de disolventes orgánicos, aunque los estudios en esta materia son limitados (1).

El conocimiento sobre las consecuencias de diversos riesgos laborales avanza día a día. Los agentes químicos analizados en este documento tienen en común esta característica y, aunque no representan



a todos los agentes químicos a los que pueden estar expuestos los trabajadores del sector de la construcción, evidencian la necesidad de actualizar la información sobre los efectos que los productos, materiales y emisiones de los equipos de trabajo pueden generar sobre la salud de los trabajadores de la construcción.

IV. Claves para el futuro

Investigación

- Con carácter general, la investigación en lo relativo a la exposición a agentes químicos en la construcción debe dirigirse a profundizar en el conocimiento sobre las consecuencias que los agentes químicos pueden producir sobre la salud de los trabajadores expuestos, a estimar los niveles de exposición que se pueden encontrar en las distintas ocupaciones de la construcción y a encontrar medidas técnicas adecuadas para eliminar o reducir la exposición en el sector.
- En muchos aspectos, el conocimiento sobre el origen de los agentes químicos y las consecuencias que estos pueden causar a los trabajadores expuestos es limitado; esto resulta especialmente relevante en el caso de los nanomateriales. En este sentido, la Comisión Europea afirma que los posibles riesgos están relacionados con nanomateriales específicos y con usos específicos; por lo tanto, es necesario realizar una determinación del riesgo de los nanomateriales, que debe hacerse caso por caso, utilizando la información pertinente. La Comisión Europea está trabajando actualmente en los métodos de detección, medición y control de los nanomateriales y en su validación, si bien existen retos importantes fundamentalmente en cuanto a establecer métodos e instrumentos validados de detección, caracterización y análisis, completar información sobre los peligros de los nanomateriales y elaborar métodos de evaluación de la exposición a los mismos (29). El conocimiento de su ciclo de vida es fundamental para conocer los impactos sobre la salud de los trabajadores expuestos y evitar riesgos, por lo que algunos autores destacan la necesidad de modelos predictivos para estimar la forma en que se transportan y localizan las nanopartículas (6).



- Tampoco se conoce demasiado sobre la actividad biológica y los efectos toxicológicos de determinadas FMA (como las fibras de filamentos continuos, fibra de vidrio, titanato de potasio, etc.) y de los aditivos que se utilizan en su fabricación, por lo que se requiere obtener más conocimiento al respecto (1).
- Los efectos carcinogénicos de determinadas mezclas de disolventes orgánicos, principalmente utilizados en pinturas de mala calidad, también requieren ser estudiados con más detalle, así como el efecto en humanos de la exposición combinada a disolventes y a ruido (1), (13).
- En algunos casos, se requieren estudios para conocer mejor en qué operaciones de la construcción los trabajadores están más expuestos a los riesgos químicos emergentes. Es el caso de las resinas epoxi, para las que se sabe que el mayor riesgo se da durante la fase de curado de la misma, pero también puede haber riesgos importantes en operaciones de mecanizado en las que los trabajadores puedan inhalar determinados componentes peligrosos que forman parte de estos productos (9).
- Aunque se han encontrado estudios sobre la exposición a polvo de sílice cristalina en la construcción, ninguno de ellos contemplaba las operaciones de mecanizado de aglomerados de cuarzo, por lo que resultaría interesante estudiar la exposición durante estas operaciones.
- Los resultados sugieren que la exposición de los trabajadores de la madera en la construcción requiere una mayor atención y un estudio más profundo, puesto que un importante porcentaje de la totalidad de trabajadores expuestos a este agente trabaja en la construcción, especialmente los carpinteros (23).
- Respecto a la protección dérmica de los trabajadores, se requiere estudiar con más profundidad la efectividad de la utilización de cremas protectoras contra determinados agentes químicos utilizados en la construcción, tales como las resinas epoxi (8).

Promoción, divulgación y concienciación

- En el informe de la Comisión Europea sobre la información relativa a un uso seguro de los productos químicos, de octubre de 2012 (COM 2012 630 final) (30), se refleja la necesidad de fomentar



las actividades de sensibilización e información a fin de mejorar la utilización segura de las sustancias químicas en general y mejorar la comprensión de la información recibida por los usuarios conforme al Reglamento (CE) 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP) (31). Es fundamental dirigir estas actividades a todos los sectores en los que la exposición y manipulación de productos químicos sea importante, como es el caso de la construcción.

- Como se ha comentado, existe una baja notificación de las enfermedades profesionales en el sector de la construcción. Es necesario que el empresario sea consciente de la importancia que tiene la notificación de estas enfermedades a fin de recabar datos objetivos sobre el impacto que los agentes químicos tienen sobre la salud de los trabajadores del sector.
- En los casos en los que el conocimiento científico sobre el efecto que puede originar la exposición a un agente químico no es concluyente o es incompleto, la anticipación al riesgo se debe alcanzar mediante la adopción de buenas prácticas y de las medidas adecuadas para controlar el riesgo. Diversos estudios coinciden en la importancia de desarrollar y hacer uso de guías de buenas prácticas para regular un uso seguro en la construcción de los productos que contienen agentes químicos.
- En el caso de los nanomateriales algunos autores sugieren el desarrollo de guías para regular su uso y mitigar los efectos negativos que pueden tener para el medio ambiente y para la salud de los trabajadores (5).
- En lo relativo a las resinas epoxi, las guías se pueden centrar en la información sobre sus riesgos y la adecuada manipulación, especialmente durante el proceso de curado de las mismas (1).
- Respecto a las FMA, muchas empresas no conocen la naturaleza de las fibras que manejan ni sus riesgos, y no realizan mediciones del nivel de exposición al que se encuentran los trabajadores por la dificultad que esta entraña (1).
- También se hace aconsejable el uso de guías de buenas prácticas durante las operaciones de mecanización de los materiales que tienen sílice. En este caso, es recomendable la divulgación y uso de la

guía resultante de la aplicación del acuerdo europeo sobre la salud de los trabajadores para la adecuada manipulación y buen uso de la sílice cristalina y de los productos que la contienen (32).

- En general, es fundamental que los trabajadores sean conscientes de los agentes químicos que pueden contener los productos y materiales que manejan y que conozcan los riesgos que llevan asociados y cómo minimizarlos. Muchas empresas constructoras y sus trabajadores no son conscientes de que utilizan y manejan nanomateriales, por lo tanto resulta muy difícil evaluar sus riesgos. Cada vez existe más demanda de las partes implicadas para disponer de una base de datos para poder acceder a más información sobre los nanomateriales, así como considerar la necesidad de actualizar el reglamento relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y las mezclas químicas (Reglamento REACH) (33) para considerar las particularidades de los nanomateriales (7).
- Algunos autores también recomiendan el desarrollo de una base de datos por parte de los proveedores con la información toxicológica más reciente sobre las resinas epoxi que comercializan y establecer Valores Límite de Exposición para todos los anhídridos utilizados en estas resinas (1).



Ilustración 10. Gunitado de talud.



Gestión de la prevención

Evaluación del riesgo

- Tal como indica la normativa para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, para realizar una adecuada evaluación del riesgo de exposición a los agentes químicos es fundamental recabar toda la información necesaria sobre las propiedades de peligrosidad del agente (34). Para ello, se debe garantizar que toda sustancia y mezcla peligrosa que pueda utilizarse en la obra de construcción se ajusta al reglamento sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (31). Igualmente, se debe comprobar que el uso que se va a dar al producto químico está contemplado por la ficha de datos de seguridad y que el producto químico se emplea en las condiciones de exposición descritas en el escenario de exposición, cuando este sea preceptivo (33). En el caso de los nanomateriales, la Comisión Europea afirma que el REACH establece el mejor marco posible para la gestión del riesgo de los nanomateriales en caso de que se permitan como sustancias o mezclas, aunque se ha demostrado que son necesarios más requisitos específicos para los nanomateriales en este marco, por lo que la Comisión prevé modificaciones en algunos de los anexos del REACH (29).
- En ocasiones no se dispone de suficiente información sobre la procedencia del agente químico, como es el caso de los polvos de madera. En estos casos es preciso solicitar la composición de los tableros utilizados al fabricante o suministrador de los mismos (21), (23); y es fundamental la adopción de medidas de control técnico que reduzcan la exposición.
- También puede ocurrir que la falta de métodos para medir la exposición o la ausencia de valores límite de exposición dificulte la evaluación del riesgo. En estos casos, los métodos simplificados de evaluación del riesgo químico pueden dar una estimación del riesgo y ayudar a jerarquizar el riesgo y a discriminar entre las situaciones tolerables, las que precisan mediciones y las que directamente requerirán adoptar medidas para eliminar o reducir el riesgo.



- La evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos por vía dérmica mediante mediciones resulta especialmente dificultosa, por los que estos métodos simplificados pueden ser de especial interés en un sector como el de la construcción para estimar la exposición dérmica a agentes tales como las resinas epoxi o los isocianatos.
- En los casos en que exista mayor incertidumbre sobre el riesgo se debe tratar de reducir en la medida de lo posible la exposición y aplicar un enfoque de precaución. En este sentido, los modelos basados en la precaución o control banding, que se basan en agrupar situaciones de exposición en bandas homogéneas que requieren un mismo grado de control, invierten más recursos en el establecimiento de medidas de control que en la evaluación detallada del riesgo. Estos modelos son especialmente interesantes en el caso de los nanomateriales, para los que las bandas de control se pueden basar en el tipo de nanomaterial, tamaño, forma, etc. Algunos autores sugieren categorizar las nanopartículas en tres grupos, según los riesgos para la salud esperados (incrementándose el riesgo del grupo I al III) (7):
 - Nanofibras insolubles (longitud $> 5 \mu\text{m}$).
 - Nanopartículas carcinogénicas, mutagénicas, tóxicas para la reproducción.
 - Nanopartículas insolubles o poco solubles (no pertenecientes a ninguna de las categorías anteriores).
- La utilización de valores de referencia para los nanomateriales, tales como los Benchmark Exposure Levels (35), puede ser una solución dentro del enfoque de precaución (7).
- Otro aspecto a tener en cuenta en la evaluación del riesgo es el posible efecto combinado de los agentes químicos con factores de riesgo de distinta naturaleza (tal como el ruido), ya que, como se ha mencionado, los trabajadores expuestos a ambos factores pueden sufrir peores consecuencias (en este caso, sobre el oído).
- En todo caso, la prevención del riesgo por exposición a los agentes químicos estudiados debe realizarse, como para cualquier otro riesgo químico, siguiendo los principios de prioridad previstos en la normativa: eliminación del riesgo, reducción- control del riesgo y protección del trabajador (34).



Eliminación del riesgo

- Para eliminar el riesgo, en muchos casos se puede sustituir el agente químico por otro menos peligroso. Así, en el caso de las resinas epoxi conviene seleccionar la que tiene elevado peso molecular (>900), esto reduce la posibilidad de desarrollar alergias (1), (9).
- Es preferible seleccionar resinas que no requieran ser mezcladas (para evitar la exposición dérmica en esta operación); y, si esto no es posible, seleccionar productos fáciles de mezclar o realizar la mezcla mediante el uso de equipos automáticos (1).
- También se pueden seleccionar productos en formatos que reduzcan la exposición. Por ejemplo, en el caso de las FMA, los paneles prefabricados evitan la liberación de las fibras al ambiente.
- Respecto a los disolventes orgánicos, en el mercado se pueden encontrar disolventes alternativos en base acuosa o derivados de la llamada química verde, los cuales reducen los riesgos para la salud y el medio ambiente (1).
- Para reducir el riesgo derivado de los polvos de madera, conviene sustituir, cuando sea posible, las maderas duras por maderas blandas; y, para reducir la exposición, buscar materiales que generen menos polvo y que sean más sencillos de mecanizar sin necesidad de herramientas eléctricas (22).
- Para los humos procedentes de motores diésel, la medida más eficaz para reducir la exposición es sustituir los equipos que trabajen con estos motores por equipos eléctricos (28).

Reducción y control del riesgo

- Este tipo de medidas es fundamental en aquellos casos en los que el agente químico procede de la mecanización de un material constructivo, como es el caso de los polvos de sílice y los polvos de madera. En el caso del polvo de sílice cristalina, el principal objetivo de las medidas técnicas es minimizar la generación de polvo de sílice cristalina durante las operaciones de mecanizado de los materiales que contengan sílice y evitar su paso al ambiente de trabajo para mantener las concentraciones a mínimos. Para evitar o reducir la generación de polvo se recomienda realizar las operaciones de mecanizado en húmedo, y para evitar o reducir la dispersión al ambiente de trabajo conviene utilizar sistemas



de extracción localizada del polvo en la zona de respiración del trabajador.

- Si no es posible la utilización de sistemas de extracción localizada, conviene realizar las operaciones al aire libre. En todo caso, se debe realizar una limpieza adecuada de los equipos y la zona de trabajo (18), (21).
- Respecto a los polvos de madera, es fundamental la adopción de medidas técnicas que reduzcan la exposición, tales como (22):
 - Preparación del material en el taller: el control del polvo generado durante el mecanizado de la madera es más fácil de controlar en un taller que en la obra de construcción, de modo que, para reducir la exposición, conviene planificar adecuadamente las operaciones para que el material sea recibido en la obra previamente preparado en el taller.
 - Uso de equipos alternativos: el uso de sierras de calar en vez de sierras circulares, así como el uso de lijadoras planas en lugar de lijadoras de bandas permite una reducción muy significativa del nivel de exposición (de 5 a 10 veces).
 - Sistemas de extracción localizada: el uso de sistema de extracción localizada permite una reducción de la exposición de 3 a 10 veces cuando se utilizan lijadoras manuales, y de 3 a 4 veces cuando se utilizan sierras circulares.
 - Ventilación general: en caso de tener que realizar el mecanizado de la madera en locales cerrados conviene disponer de buena ventilación general; se estima que realizar estas operaciones en locales con puertas y ventanas abiertas puede reducir la exposición a la mitad.
 - Limpieza: la limpieza es importante para reducir la exposición, aunque no se han encontrado datos del nivel de reducción.
- No se debe olvidar que el efecto de ciertos agentes puede producirse tanto por vía dérmica como por vía respiratoria, como es el caso de las resinas epoxi o los isocianatos. En estos casos, además de adoptar medidas para reducir el contacto dérmico con el agente, es fundamental una ventilación adecuada en la zona de aplicación (1).
- En lo que se refiere a los humos de escape de los motores diésel, se ha observado que la utilización de cabinas cerradas en la



maquinaria pesada de obra reduce significativamente el riesgo de exposición al que están expuestos los operadores de dichas máquinas (26).

Protección de los trabajadores

- Respecto a la protección de los trabajadores, las características propias de cada uno de los agentes químicos destaca la importancia de seleccionar y utilizar los equipos de protección química adecuados y específicos.
- En lo relativo a la protección durante la manipulación de las resinas sin curar, de los endurecedores o de otros compuestos químicos que se introducen en estos productos (diluyentes, etc.), por ejemplo, existen estudios que consideran que el material de los guantes más adecuados para proteger del contacto es el caucho para la mayor parte de las resinas. Actualmente se están desarrollando guantes multicapa laminados para tareas en las que se manipulan resinas epoxi (8). Para proteger contra disolventes los guantes de goma son los que resultan más eficaces (1). En algunos casos, la protección de la piel y de las vías respiratorias es necesaria incluso cuando el material esté seco, y cuando se realicen operaciones mecánicas sobre el material tratado que puedan generar polvo, como es el caso de las espumas de poliuretano, que pueden dejar grupos de isocianatos libres en las zonas tratadas (12).
- En el caso de polvo de sílice cristalina, se deben utilizar equipos de protección individual de las vías respiratorias tipo FFP3 (para mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales) (18).



REFERENCIAS

- (1) European Agency for Safety and Health at Work. Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health [online]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009. Disponible en: https://osha.europa.eu/en/publications/reports/TE3008390ENC_chemical_risks.
- (2) International Agency for Research on Cancer. Sistema de clasificación de agentes carcinogénicos [online]. France: IARC. Disponible en: www.iarc.fr.
- (3) Observatorio de Enfermedades Profesionales (CEPROSS) y de Enfermedades Causadas o Agravadas por el Trabajo (PANOTRATSS). Informe anual de 2011 [online]. España: 2012. Disponible en www.seg-social.es.
- (4) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Enfermedades profesionales en el sector de la Construcción, en el periodo 2002-2006 [online]. España: INSHT, 2009. Disponible en: <http://www.oect.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Breves/enfermedades%20construcci%C3%B3n%202002-2006.pdf>.
- (5) Unión Europea. Recomendación de la Comisión, de 18 de octubre de 2011, relativa a la definición de nanomaterial. Diario Oficial de la Unión Europea, 20 de octubre de 2011, núm. L275, p. 38.
- (6) LEE, J.; MAHENDRA, S.; ÁLVAREZ, P.J.J. Nanomaterials in the construction industry: A review of their applications and environmental health and safety considerations. ACS Nano: 2010, v. 4, n.7, p. 3580-90.
- (7) VAN BROEKHUIZE, F.A.; VAN BROEKHUIZEN, J.C. Nanotechnology in the European Construction Industry- State of the art 2009- Executive

- Summary [online]. Amsterdam: EFBWW, FIEC, 2009. Disponible en: <http://www.ebwww.org/pdfs/Nano%20-%20final%20report%20ok.pdf>.
- (8) TAVAKOLI, S.M. An assessment of skin sensitization by the use of epoxy resin in the construction industry [online]. Cambridge: HSE, 2003. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr079.pdf>.
- (9) HEICHT, C.; JARGOT, D. Évaluer l'exposition des salariés lors de la mise en oeuvre de résines époxydiques. Documents pour le Médecin du Travail: 2011, n. 125, p. 49- 60.
- (10) VERMA, D.K et al. Current man-made mineral fibers (MMMF) exposures among Ontario construction workers. Journal of Occupational and Environmental Hygiene: 2004, n.1, p.306-318.
- (11) España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado, 7 de marzo de 2006, núm. 74, p. 11816.
- (12) CARRIE RIEDLICH, M.D. Risk of isocyanate exposure in the construction industry [online]. Yale: The Center for Construction Research and Training, 2010. Disponible en: <http://www.cpwr.com/pdfs/Yale%20CPWR%20Small%20Study%20Final%20Report%206-21-2010.pdf>.
- (13) KAUKIANEN, A. et al. Solvent- related health effects among construction painters with decreasing exposure. American Journal of Industrial Medicine: 2004, n. 46, p. 627- 636.
- (14) KAUKAINEN, A. et al. Respiratory symptoms and diseases among construction painter. International Archives of Occupational Environmental Health: 2005, n. 78, p. 452-458.
- (15) European Agency for Safety and Health at Work. Combined exposure to noise and ototoxic substances [online]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009. Disponible en: https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/combined-exposure-to-noise-and-ototoxic-substances.
- (16) The Center for Protect Worker's Rights. Construction noise [online]. Silver Spring: CPWR, 2003. Disponible en: http://www.cpwr.com/hazpdfs/kfnoise_PDF.
- (17) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Mecanizado de planchas de aglomerados de sílice mediante el uso de herramientas portátiles: exposición a sílice cristalina [online]. España: INSHT, 2011. Disponible en: <http://stp.insht.es:86/stp/basequim/005-mecanizado-de-planchas-de-aglomerados-de-s%C3%ADlice-mediante-el-uso-de-herramientas-port%C3%A1tiles>.



- (18) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). NTP 890: Aglomerados de cuarzo, medidas preventivas en operaciones de mecanizado [online]. España: INSHT, 2010. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/890w.pdf>.
- (19) Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Controlling silica exposures in construction [online]. Washington: OSHA, 2009. Disponible en: <http://www.osha.gov/Publications/3362silica-exposures.pdf>.
- (20) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España [online]. España: INSHT, 2013. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2013/limites%202013.pdf.
- (21) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Guía técnica para la evaluación y prevención de riesgos relacionados con la exposición en el trabajo a agentes cancerígenos y mutágenos [online]. España: INSHT, 2005. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/Agentes_cancerigenos.pdf.
- (22) SPEE, T. et al. Exposure to Wood dust among carpenters in the construction industry in The Netherlands. *The Annals of Occupational Hygiene*: 2007, v. 51, n. 3, p. 241-248.
- (23) KAUPPINEN, T. et al. Occupational exposure to inhalable wood dust in the Member States of the European Union. *The Annals of Occupational Hygiene*: 2006, v. 50, n. 6, p. 549-561.
- (24) SAHAI, D. Diesel Exhaust. *Construction Safety*: 2003, v.13, n.4. .
- (25) International Agency for Research on Cancer (IARC). Diesel engine exhaust carcinogenic (Nota de prensa) [online]. Francia: IARC, 2012. Disponible en: http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf.
- (26) JÄRVHOLM, B.; SOLVERMAN, D. Lung cancer in heavy equipment operators and truck drivers with diesel exhaust exposure in the construction industry. *Occupational Environmental Medicine*: 2003, v.60, n.7, p. 516-520.
- (27) WOSKIE, S.R et al. Exposures to quartz, diesel, dust, and welding fumes during heavy and highway construction. *American Industrial Hygiene Association*: 2002, v.63, n.4, p. 447-457.
- (28) BAKKE, B. et al. Dust and gas exposure in tunnel construction work. *American Industrial Hygiene Association*: 2001, v.62, n.4, p. 457-465.
- (29) European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Parliament, the Council and

the European Economic and Social Committee. Second Regulatory Review on Nanomaterials. COM(2012) 572 final [online]. Brussels, European Commission, 2012. Disponible en: http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/second_regulatory_review_on_nanomaterials_com%282012%29_572.pdf.

- (30) European Commission. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on communication on the safe use of chemicals. COM (2012) 630 final [online]. Brussels, European Commission, 2012. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0630:FIN:EN:PDF>.
- (31) Unión Europea. Reglamento (CE) 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Diario Oficial de la Unión Europea, 31 de diciembre de 2008, núm. L 353, p. 1.
- (32) Unión Europea. Acuerdo sobre la salud de los trabajadores para la adecuada manipulación y buen uso de la sílice cristalina y de los productos que la contienen. Diario Oficial de la Unión Europea, 17 de noviembre de 2006, núm. C 279, p. 2.
- (33) Unión Europea. Reglamento (CE) 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). Diario Oficial de la Unión Europea, 30 de diciembre de 2006, núm. L 396, p. 1.
- (34) España. 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, 1 de mayo de 2001, núm. 104, BOE n. 104, p. 15893.
- (35) The British Standards Institution. Nanotechnologies- Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials. UK: BSI, 2007. Disponible en: <http://www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/34683696.PDF>.



CAPÍTULO 5

INCREMENTO DE PELIGROS NATURALES EN LA CONSTRUCCIÓN: RADIACIÓN SOLAR

I. Introducción

Como ya se ha citado en anteriores capítulos de este documento, el Observatorio Europeo de Riesgos, perteneciente a la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (AESST) realizó, en el año 2005, un estudio con objeto de identificar los riesgos físicos emergentes y establecer previsiones sobre los mismos. En dicho estudio, se considera la radiación ultravioleta (UV) como un riesgo emergente para los trabajadores expuestos, habida cuenta de que la exposición a los rayos UV es acumulativa y cuanto más tiempo estén expuestos los trabajadores, durante el horario laboral y fuera del mismo, tanto más sensibles serán a las radiación UV en el trabajo (1).

El mencionado estudio destaca la alta incidencia de efectos para la salud provocados por radiaciones UV entre trabajadores que realizan sus tareas en el exterior y pasan gran parte de su jornada laboral expuestos a la radiación solar. Se estima que la dosis de exposición



de trabajadores al aire libre en latitudes medias es 250 veces superior a la dosis de eritema mínima (MED), definida como la dosis umbral que puede producir quemaduras solares. Los efectos más conocidos de la radiación UV sobre la salud humana son los daños oftalmológicos, las quemaduras y el cáncer de piel; este último efecto está especialmente asociado con los trabajos realizados al aire libre, en los cuales la incidencia y mortalidad debidas a esta enfermedad es mayor que entre trabajadores que desarrollan sus tareas en el interior de locales. No obstante, los estudios también asocian la exposición a la radiación UV con otras enfermedades como el linfoma no-Hodgkin, leucemia mieloide y linfoides, cáncer de labio y cáncer de estómago (1). A pesar de los efectos conocidos de la exposición a radiación UV sobre la salud humana, tanto la lista europea de enfermedades profesionales como el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social en España, únicamente recogen como enfermedades derivadas de la exposición a radiaciones ultravioleta, las enfermedades oftalmológicas, pero no el cáncer (1), (2).

La reducción de la capa de ozono, debida principalmente a la actividad humana, supone una menor absorción de la radiación UV procedente del sol, lo que puede originar un incremento de la incidencia de cáncer de piel y de cataratas (3). Los datos de los últimos años reflejan que las acciones adoptadas bajo la Convención de Viena (1985) y el Protocolo de Montreal (1987) para proteger la capa de ozono están deteniendo la tendencia negativa observada durante los años ochenta y los noventa, manteniéndose estable durante estos últimos años tanto la extensión del agujero de ozono como los niveles de este. Sin embargo, la recuperación se prevé que sea muy lenta debido al largo tiempo de residencia de los compuestos antropogénicos causantes de su destrucción. De hecho, los últimos informes estiman que habrá que esperar hasta el año 2050 para volver a los valores anteriores a los años 80, época a partir de la que se tiene constancia de la destrucción de la capa de ozono (4). Además, la Comisión Internacional de Ozono afirma que la recuperación de la capa de ozono parece complicarse por un número de factores entre los que juega un papel importante el cambio climático, a través de un incremento de los gases de efecto invernadero. La evaluación de la futura recuperación de ozono en un escenario de cambio climático,

con un planeta más cálido y con mayor contenido de vapor de agua, presenta importantes incertidumbres ya que no se conocen claramente las interacciones entre el ozono y el clima (5).



Ilustración 1. Radiación solar en boca de túnel.

Por lo tanto, el agotamiento de la capa de ozono probablemente empeorará los efectos sobre la salud ocasionados actualmente por la exposición a radiación UV, ya que el ozono estratosférico absorbe la radiación UV de forma particularmente eficaz. Por consiguiente, la población se ve expuesta a mayores niveles de radiación UV y, concretamente, a mayores niveles de radiación UVB, que es la que produce un mayor impacto sobre la salud (6).

Por ello, el incremento de la radiación UV debido a la destrucción de la capa de ozono puede ser considerado como un riesgo laboral emergente por el aumento de un peligro natural en el entorno de trabajo (7). Este riesgo afecta especialmente a los trabajadores que realizan sus actividades al aire libre, como es usual en la construcción, donde aproximadamente un 60% de los trabajadores desarrolla su trabajo habitual la mayor parte de la jornada en el exterior (8). De hecho, según datos del sistema CAREX (CARcinogen EXposure), base de datos sobre exposiciones laborales a carcinógenos conocidos y sospechosos en la Unión Europea, en España la radiación solar representa el agente carcinógeno al que más están expuestos los trabajadores (9), y, según la Fundación para el Cáncer de Piel, el sol es la primera causa de cáncer de piel, y los trabajadores de construcción



presentan un grupo de alto riesgo de padecer esta enfermedad. Sin embargo, debido a que el riesgo de sufrir un accidente o daño en el trabajo no sólo es mayor, sino también más inmediato, el riesgo de exposición a las radiaciones solares no ha sido convenientemente considerado teniendo en cuenta la importancia que puede tener sobre la salud de los trabajadores del sector (10).

En este capítulo, se muestran los principales resultados de los estudios revisados sobre el riesgo de exposición de los trabajadores de la construcción a la radiación UV solar, analizando los distintos factores que pueden influir para estimar la magnitud del riesgo, es decir, la intensidad de la radiación UV solar, el nivel de exposición de los trabajadores del sector y las consecuencias que esta exposición puede conllevar.

II. Resultados

Aspectos generales de la radiación solar (UV)

La atmósfera terrestre se puede considerar como una gran máquina térmica cuya fuente de energía es la radiación que produce el Sol y que tiene origen en las reacciones nucleares que se producen en su núcleo, fruto de la continua transformación de Hidrógeno en Helio (11). Se conoce por radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La radiación solar que llega a la parte exterior de la atmósfera lo hace en forma de radiación UV (150-400 nm de longitud de onda aproximadamente), radiación visible (400-700 nm) y radiación infrarroja (700 nm- 1 mm) (12). La radiación UV, a su vez, está compuesta por radiaciones clasificadas como UVC (150-280 nm), UVB (280-315 nm) y UVA (315-400 nm).

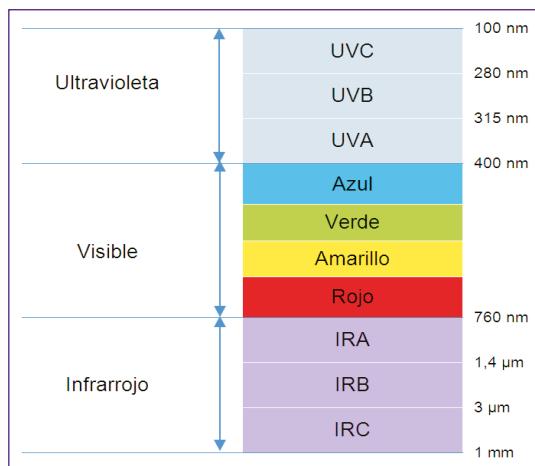


Figura 1. Espectro de la radiación.

Aproximadamente el 18% de la energía que llega a la atmósfera es absorbida por el vapor de agua y el ozono. El vapor de agua absorbe en varias bandas entre los 900 nm y los 2100 nm, mientras que la absorción del ozono se concentra en tres bandas espectrales: 200-310 nm, 310-350 nm y 450-850 nm. De la radiación solar que incide en la Tierra, el infrarrojo representa el 52%, el rango visible el 40% y la radiación UV, el 8%. Tras atravesar la atmósfera, la radiación solar alcanza la superficie de la Tierra en forma de radiación directa y difusa, siendo la radiación directa la que procede directamente del disco solar sin haber sufrido ningún proceso de dispersión atmosférica. La radiación difusa es la que llega a la superficie tras ser dispersada en la atmósfera por las nubes, partículas en suspensión y moléculas que forman los gases atmosféricos, y constituye un promedio, en condiciones de cielo despejado, de entre el 15% y el 20% de la radiación total incidente en superficie o radiación global (11).

La atmósfera ejerce una fuerte absorción que impide que la atraivea toda radiación con longitud de onda inferior a 285 nm, es decir, la UVC, por lo cual a la superficie terrestre no llega la radiación más peligrosa. La UVB es absorbida parcialmente por el ozono de la atmósfera, pero otra parte importante llega a la Tierra. Por lo tanto, la mayor parte de la radiación que llega a la Tierra lo hace en forma de UVA, y una pequeña parte en forma de UVB, la cual es mucho más dañina para la salud humana que la UVA (12).



Ilustración 2. Montaje de grúa en obra de construcción.

Nivel de exposición: intensidad de las radiaciones y tiempo de exposición

La intensidad de la radiación solar, que va a determinar en gran medida el nivel de exposición de los trabajadores de la construcción, depende de diversos parámetros que varían en función de la localización geográfica de la obra y de la época en que esta se ejecuta (12):

- Hora del día: la radiación UV es más fuerte al mediodía, cuando el Sol se encuentra en su punto más alto.
- Latitud: la radiación UV es mayor en el Ecuador, donde los rayos inciden más perpendicularmente; en latitudes altas el Sol se encuentra más bajo, por lo que la radiación es menor.
- Altitud: la intensidad de la radiación aumenta con la altitud.
- Condiciones climáticas: las nubes pueden reducir la radiación UV, aunque un importante porcentaje puede atravesarlas y alcanzar la superficie terrestre.
- Reflexión: dependiendo de la superficie (nieve, agua, arena, etc.), la radiación UV puede ser reflejada en porcentajes que van desde el 1% al 90%. Esto significa que, en superficies con mucha reflexión, los trabajadores ven incrementada la radiación a la que están expuestos, puesto que a la radiación directa habría que sumar la radiación reflejada. Además, los trabajadores que no están expuestos directamente al sol pueden recibir este tipo de radiación reflejada.



- Ozono: como se ha mencionado, el ozono absorbe gran parte de la radiación UV que podría alcanzar la superficie terrestre y su concentración en la atmósfera también varía según la zona y a lo largo del año e incluso del día.

Los datos medios de irradiancia global en España, considerando el periodo comprendido entre los años 1983 y 2005 y expresada en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\text{dia}$, reflejan que existe un marcado gradiente latitudinal norte- sur, especialmente acusado en la mitad norte peninsular. Esta característica se presenta durante todo el año, siendo especialmente acusada en los meses de verano. Aunque estos datos sirven para estimar la intensidad de la radiación solar en función de la zona de España en que se encuentra la obra de construcción, se debe tener en cuenta que la radiación UV no sigue exactamente el modelo de la radiación solar global (11).

En este sentido, el índice de radiación ultravioleta (UVI) resulta un indicador muy útil para conocer la peligrosidad de la exposición a la radiación UV en relación con los efectos sobre la piel humana en una determinada zona geográfica. El UVI es una medida de la intensidad de la radiación solar UV en la superficie terrestre basada en el espectro de acción de referencia de la Comisión Internacional sobre Iluminación (CIE) para el eritema inducido por la radiación UV en la piel humana, y se expresa como un valor superior a cero. Cuanto más alto es el valor del UVI, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares y menos tardan en producirse estas lesiones. Los valores del UVI se dividen en categorías de exposición (Tabla 1) y los servicios de información meteorológica de un país o de un medio de comunicación pueden informar sobre la categoría de exposición, el valor o intervalo de valores del UVI o ambos (6).

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL UVI
BAJA	< 2
MODERADA	3-5
ALTA	6-7
MUY ALTA	8-10
EXTREMADAMENTE ALTA	11 (+)

Tabla 1. Categoría de exposición a radiación UV. Fuente: (6)



Para estimar la intensidad de la exposición, también es importante considerar las características de la superficie sobre la que se realizan los trabajos, ya que, como se ha mencionado, la radiación UV reflejada también puede producir efectos adversos sobre la salud de los trabajadores e incrementar de forma importante la radiación UV total recibida por el trabajador. Así, la nieve reciente puede reflejar el 80% de la radiación UV, la espuma del mar, un 25% y la arena seca de la playa, alrededor de un 15% (6).

Aunque la radiación solar depende en gran medida de la zona y la época del año, para estimar el riesgo de exposición de los trabajadores también se requiere estimar el tiempo que los trabajadores van a estar expuestos a dicha radiación. Para estimar el tiempo que están expuestos los trabajadores de la construcción a la radiación solar, algunos autores proponen establecer distintos grupos en función del nivel de trabajo que se va a realizar al aire libre. (Tabla 2) (13).

Categoría de exposición	Nivel de trabajo al aire libre	Tareas típicas en la construcción
Bajo	Nunca o raramente realiza trabajos al aire libre	Tareas de gestión, trabajos de electricidad, pintura, instaladores de tuberías y reparación en el interior de edificios
Medio	Trabajos al aire libre durante una parte limitada de la jornada, trabajos en el exterior en lugares con sombra	Trabajos en estructuras, reparación o mantenimiento, operaciones con maquinaria de movimiento de tierras o grúas, puesta a punto de los equipos de trabajo
Alto	Trabajos al aire libre durante gran parte de la jornada, protección con alguna sombra	Trabajos de encofrado, hormigonado, tareas en fachada con andamios
Muy Alto	Trabajos al aire libre casi toda la jornada, durante todo el año o en verano, la mayoría sin sombra	Trabajos en cubiertas, aislamientos e impermeabilización, operaciones con maquinaria de construcción de carreteras, pavimentación

Tabla 2. Grupos de exposición a radiación solar en trabajos de construcción. Fuente: (13)



Ilustración 3. Instalación de paneles de tierra armada.

Consecuencias sobre la salud de los trabajadores

Aunque pequeñas dosis de radiación UV son beneficiosas para la salud humana y esenciales para la producción de vitamina D, la exposición a la radiación UV solar tiene una clara relación con efectos adversos, agudos y crónicos, sobre los ojos, la piel y el sistema inmunitario (6). Respecto a los daños oftalmológicos, la fotoqueratitis y la fotoconjuntivitis son efectos agudos de la exposición a la radiación UV, que se caracterizan por ser reacciones inflamatorias muy dolorosas pero reversibles y que no ocasionan daños a largo plazo en el ojo ni en la visión. Sin embargo, las cataratas, que son una desnaturalización de las proteínas del cristalino, aumentan la opacidad de este y pueden acabar provocando ceguera. Aunque las cataratas suelen aparecer, en mayor o menor grado, debido al propio proceso de envejecimiento, la exposición al sol es uno de los principales factores de riesgo de padecer esta lesión (6). El cristalino absorbe parte de la radiación ultravioleta y protege a la retina, por eso las personas operadas de cataratas y sin lente intraocular (aquellas a las que se ha extirpado el cristalino) tienen más riesgo de presentar lesiones fotoquímicas en la retina, incluso de sufrir pérdida parcial o total de la visión (14).



Los efectos cutáneos derivados de la exposición a la radiación UV solar más conocidos son las quemaduras solares (eritema), el envejecimiento de la piel y el cáncer de piel. Esta última es una enfermedad producida por el desarrollo de células cancerosas en cualquiera de las capas de la piel. En el año 1992, la International Agency for Research on Cancer (IARC) concluyó que había suficiente evidencia en humanos sobre la carcinogenicidad de la radiación solar, clasificando las radiaciones UV como carcinogénico del grupo 1 (carcinógeno para humanos). Existen dos tipos de cáncer de piel: el cáncer no melanoma y el melanoma maligno. El cáncer de piel no melanoma, que raramente resulta mortal, comprende el carcinoma de células basales y el carcinoma de células escamosas. Son más frecuentes en las partes del cuerpo expuestas normalmente al sol, por lo que la exposición a largo plazo de forma repetida a la radiación UV es un importante factor causal de este tipo de cáncer. El melanoma maligno es menos común y más grave que el anterior, siendo la principal causa de muerte por cáncer de piel, aunque su notificación y diagnóstico correcto es más probable que en caso de cáncer no melanoma. Numerosos estudios indican que existe una asociación estadística entre el riesgo de aparición de un melanoma maligno y las características genéticas y personales (6). La exposición intermitente a radiación solar intensa en pieles poco curtidas o bronceadas se ha relacionado con melanomas malignos, mientras que el cáncer de piel no melanoma está más relacionado con la acumulación de dosis de radiación solar (12). En todo caso, los estudios indican un incremento en la incidencia del cáncer melanoma y de la prevalencia del cáncer no melanoma en los últimos años, y se evidencia que es fundamental proteger especialmente a los colectivos más vulnerables, ya que se ha comprobado que más del 90% de los cánceres de piel no melanomas se producen en personas con fototipos I y II (ver tabla 3). Las pieles más oscuras contienen más melanina protectora y la incidencia de cáncer de piel es menor, aunque también se produce y, a menudo, se detecta en estadios más avanzados y peligrosos (6).



Fototipo cutáneo		Se quema tras la exposición al Sol	Se broncea tras la exposición al Sol
I	Deficiente en melanina	Siempre	Raramente
		Habitualmente	Algunas veces
III	Con melanina suficiente	Algunas veces	Habitualmente
		Raramente	Siempre
V	Con protección melánica	Piel morena natural	
		Piel negra natural	

Tabla 3. Clasificación de tipos de piel. Fuente: (6)

Otro aspecto de los trabajadores que se debe considerar, a la hora de estimar el riesgo por exposición a la radiación solar, es disponer de información sobre posibles tratamientos con medicamentos y cosméticos cuyos efectos secundarios supongan una sensibilización de la piel cuando existe exposición a radiaciones UV (6).

Existen datos preliminares de estudios en animales que evidencian un efecto inmunodepresor sistemático por la exposición a la radiación UV, tanto aguda como de dosis bajas. Además de su papel iniciador del cáncer de piel, la exposición al sol puede reducir las defensas del organismo que normalmente limitan el desarrollo progresivo de los tumores cutáneos. Asimismo, la radiación UV altera la actividad y distribución de algunas de las células responsables de desencadenar las respuestas inmunitarias en el ser humano; en consecuencia, la exposición a la radiación solar puede aumentar el riesgo de infecciones víricas, bacterianas, parasitarias o fúngicas (6).

Sólo se ha encontrado un estudio que analiza la asociación entre enfermedades relacionadas con el cáncer y la exposición a radiación solar en trabajadores de la construcción al aire libre. Los principales resultados de este estudio, basado en los grupos descritos en la Tabla 2, son los siguientes (13):

- Melanoma maligno y cáncer de piel no melanoma: el melanoma maligno en cabeza, cuello y cara, así como los tumores en ojo, se han relacionado con el grupo de muy alta exposición. Se debe tener en cuenta que estas son las partes del cuerpo de los trabaja-



dores menos protegidas de los rayos solares. La relación entre la tasa de incidencia de cáncer de piel no melanoma de los trabajadores de la construcción expuestos a radiación solar (tanto para exposición media, como para exposición alta o muy alta) respecto a la tasa de incidencia de dicha enfermedad de los trabajadores no expuestos a radiación solar es la unidad; esto se puede explicar porque el estudio se realizó en Suecia, donde la radiación solar intensa sólo se produce en verano, dando lugar a una exposición acumulativa relativamente baja. Sin embargo, el riesgo de tumores en labios, principalmente cáncer de células escamosas, para los grupos de media, alta y muy alta exposición, es ligeramente superior que para los trabajadores no expuestos.

- Leucemia y linfoma: se ha encontrado asociación entre la exposición a radiaciones solares y leucemia mieloide en grupos de media y alta o muy alta exposición. En grupos de alta o muy alta exposición se ha encontrado una ligera asociación con la leucemia linfocítica y con linfoma no-Hodgkin.
- Otros tipos de cáncer: el cáncer de estómago mostró una fuerte relación con la exposición a la radiación solar, tanto en el grupo de exposición media, como en el de alta y muy alta. Este efecto parece producirse por una interacción con el sistema inmunológico. También se encontró un riesgo ligeramente elevado de cáncer de las glándulas tiroides en los grupos de alta y muy alta exposición. Para el grupo de exposición media, también se ha encontrado un mayor riesgo de cáncer de nariz y senos nasales, aunque gran parte de los trabajadores que presentaban esta enfermedad eran carpinteros, que, además de estar expuestos a las radiaciones UV, también lo estaban a los polvos de madera dura, lo que puede dar lugar a la confusión de los resultados.



Ilustración 4. Trabajos de hormigonado al aire libre.

También se debe mencionar que los resultados del estudio muestran casos en los que se observa una reducción del riesgo de sufrir determinados tipos de cáncer (fundamentalmente de riñón o colon) en grupos con una exposición media, alta o muy alta (13). En todo caso, se debe tener en cuenta que este estudio fue realizado, como se ha comentado, en Suecia, donde la intensidad de la radiación solar es menor que la de países de latitudes más bajas. Sin embargo, la incidencia de melanoma maligno es mayor en Suecia que en países del sur de Europa, como Italia o España. Esto se explica, en parte, por el diferente fototipo de las poblaciones: la piel clara y los ojos azules propios de la población de los países nórdicos son, como se ha mencionado, claros factores de riesgo ante esta enfermedad (13).

III. Conclusiones

Aunque no se han encontrado estudios sobre la exposición de los trabajadores de la construcción a la radiación solar en España, y se debe ser prudente a la hora de extrapolar los resultados de los estudios realizados en otros países, se puede concluir que la exposición a las radiaciones solares puede suponer un riesgo muy importante para la salud de los trabajadores del sector, donde se realizan muchas operaciones al aire libre y no existe una suficiente concienciación sobre este peligro entre los empresarios y trabajadores.



Es difícil estimar el riesgo de sufrir enfermedades de piel por exposición laboral a radiación UV solar, ya que todas las personas están expuestas en mayor o menor medida a radiaciones solares y a otros agentes que pueden causar efectos nocivos sobre la piel (12). La asociación entre la exposición a la radiación solar y el desarrollo de alguna de las enfermedades relacionadas con la radiación ultravioleta resulta compleja y multifactorial, aunque se puede afirmar que los principales factores de los que depende este riesgo en las obras de construcción son los siguientes:

- Localización de la obra y estación del año en la que se ejecuta: estos factores definirán la intensidad de la radiación UV y la reflexión de la misma en función del tipo de terreno en que se ejecutan los trabajos.
- Tipo de trabajo realizado: en función del tipo de ocupación se puede estimar el tiempo que se requiere trabajar al aire libre en horario diurno para la realización de las tareas, y, por lo tanto, la duración de la exposición a las radiaciones solares. En general, los trabajos de obra civil (carreteras, puentes, obras ferroviarias, etc.) requieren un mayor tiempo de trabajo al aire libre frente a las obras de edificación, en las que numerosos trabajos se realizan en el interior de los locales.
- Factores personales: el fototipo de los trabajadores condiciona en gran medida la vulnerabilidad de estos para desarrollar alguna de las enfermedades de la piel relacionadas con la exposición a la radiación ultravioleta. Otros aspectos personales, como los hábitos de exposición, el tratamiento con ciertos medicamentos o las intervenciones quirúrgicas a las que el trabajador se haya sometido, también pueden incrementar el riesgo de desarrollar una enfermedad por la exposición profesional a la radiación solar.



Ilustración 5. Trabajos de excavación manual al aire libre.

A la hora de adoptar medidas para reducir este riesgo, los peligros naturales presentan la gran dificultad de que no pueden ser eliminados en su origen mediante medidas técnicas (1), por lo que la intervención preventiva debe dirigirse hacia los factores anteriormente citados adoptando principalmente medidas organizativas, formativas y de protección individual.

IV. Claves para el futuro

Investigación

- Los estudios futuros se pueden centrar en la forma en que la exposición laboral a la radiación solar puede inducir los distintos tipos de cáncer de piel y estimar si existe una dosis a partir de la cual el daño sobre la salud está hecho, mediante la realización de mediciones reales, no necesariamente de exposiciones largas y constantes (12).
- Con objeto de establecer los grupos de exposición a la radiación solar en España, puede resultar interesante estudiar el tiempo aproximado en que los distintos oficios de la construcción en nuestro país realizan sus operaciones al aire libre en función del tipo de obra de que se trate.



Ilustración 6. Preparación de izado de viga prefabricada para puente.

Promoción, divulgación y concienciación

- Con el fin de fomentar buenas prácticas para reducir la exposición se pueden desarrollar y divulgar documentos para concientiar sobre el riesgo que la radiación solar puede suponer para los trabajadores de la construcción y sobre los factores que influyen en dicho riesgo.
- Además de las buenas prácticas en el trabajo, conviene promover hábitos saludables fuera del entorno laboral para evitar la acumulación de radiación UV solar o artificial.
- Se debe promover la realización de chequeos periódicos a fin de identificar cambios en la piel que puedan favorecer un diagnóstico temprano y mejorar el pronóstico de enfermedades cutáneas relacionadas con la exposición a la radiación solar. En este sentido, la Fundación para el Cáncer de Piel sugiere un protocolo para realizar exploraciones de la piel que puede ser realizado por el propio trabajador (15).

Gestión de la prevención

Evaluación del riesgo

- Estimar el riesgo de exposición a la radiación UV solar considerando los principales factores que intervienen en el mismo (factor UVI, tiempo de trabajo al aire libre, fototipo del trabajador, etc.).



y adoptar las medidas preventivas oportunas para cada grupo de trabajadores.

Planificación y organización

- Planificar los trabajos para limitar la exposición en las horas centrales del día.
- Adecuar lugares a la sombra para realizar los descansos, especialmente en obras civiles en las que no se suele disponer de sombras (carreteras, vías ferroviarias, etc.). Se debe tener en cuenta que algunas superficies pueden reflejar las radiaciones UV, por lo que las zonas a la sombra no siempre aportan una protección total ante la exposición solar.

Formación e información

- En la formación a los trabajadores que realicen sus tareas al aire libre con frecuencia se debe alertar sobre los problemas potenciales de una sobreexposición y cómo minimizar el riesgo. En dicha formación se debe incidir en los factores personales que influyen en el riesgo, especialmente en aspectos como el fototipo del trabajador o en el uso de medicamentos que sensibilicen la piel ante la radiación solar.
- Se debe informar a los trabajadores sobre UVI en la zona donde se ubica la obra a fin de dar a conocer la peligrosidad de la radiación diaria. El conocimiento del UVI en la zona donde se ubica la obra puede aumentar la concienciación sobre los riesgos de la exposición excesiva a la radiación UV y acentuar la necesidad de adoptar medidas de protección. El valor de este índice en las distintas zonas de nuestro país se publica diariamente por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Se pueden utilizar carteles informativos sobre el riesgo asociado a cada valor del UVI y las medidas generales que se deben adoptar en consecuencia.

Equipos de protección individual

- Utilizar crema solar con un factor de protección mínimo de 15. La crema debe proteger contra radiaciones UVA y UVB. Se debe aplicar frecuentemente, ya que la protección

disminuye con el lavado o el roce con la ropa. Conviene disponer de dispensadores en diversos puntos de la obra para facilitar su empleo.

- Poner a disposición de los trabajadores ropa holgada que cubra tanta superficie del cuerpo como sea posible: sombreros de ala ancha con protección del cuello y gafas de sol.



Ilustración 7. Exposición solar en el manejo de maquinaria de movimiento de tierras.



REFERENCIAS

- (1) European Agency for Safety and Health at Work. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2005. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/6805478>.
- (2) España. 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 modificación y registro. Boletín Oficial del Estado, 19 de diciembre de 2006, núm. 302, p. 44487.
- (3) U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Ozone science: the facts behind the phaseout [online]. United States: EPA, 2010. Disponible en: http://www.epa.gov/ozone/science/sc_fact.html.
- (4) Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Día internacional para la conservación de la capa de ozono 2010 [online]. España, AEMET. 2010. Disponible en: <http://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2010/09/Dia-Internacional-Ozono-2010.pdf>.
- (5) World Meteorological Organization. The international day for the preservation of the ozone layer (Press release) [online]. Geneva: WMO, 2004. Disponible en: <http://ioc.atmos.illinois.edu/press/WMO-release-20040916.pdf>.
- (6) Organización Mundial de la Salud. Índice UV Solar Mundial. Guía Práctica [online]. Ginebra: WHO, 2003. Disponible en: <http://www.who.int/uv/publications/en/uvispas.pdf>.
- (7) European Parliament. Policy department economic and scientific policy. New forms of physical and psychosocial health risks at work (Study). Brussels:



- European Parliament, 2008. Disponible en: http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201107/20110718ATT24294/20110718ATT24294_EN.pdf.
- (8) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo [online]. España: INSHT, 2011. Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=100b47975dcd8310VgnVCM100008130110aRCRD&vgnextchannel=ac18b12ff8d81110VgnVCM100000dc0ca80RCRD>.
- (9) Kogevinas, M. et al. Exposición a carcinógenos laborales en España: aplicación de la base de datos CAREX. Archivos de Prevención de Riesgos Laborales: 2000, v. 3, n. 4, p. 153-159.
- (10) Skin Cancer Foundation. The Sun: a construction site hazard for outdoor workers [online] New York: Skin Cancer Foundation. Disponible en: <http://www.skincancer.org/prevention/are-you-at-risk/the-sun-construction-site-hazard>.
- (11) Agencia Estatal de Meteorología. Atlas de radiación solar en España [online]. España: AEM, 2012. Disponible en: http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf.
- (12) Young, C. Solar ultraviolet radiation and skin cancer. Occupational Medicine: 2009, n. 59, p. 82-88.
- (13) Hakansson, N. et al. Occupational sunlight exposure and cancer incidence among Swedish construction workers. Epidemiology: 2001, v. 12, n. 5, p. 552-557.
- (14) Rupérez, M.J. La exposición laboral a radiaciones ópticas. España: INSHT, 1998.
- (15) Skin Cancer Foundation. Step by step self- examination [online] New York: Skin Cancer Foundation. Disponible en: <http://www.skincancer.org/skin-cancer-information/early-detection/step-by-step-self-examination>.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO