

## CUESTIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO ASOCIADAS A LA CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA

### 1. Introducción

El presente boletín informativo electrónico tiene por objeto sensibilizar respecto de los riesgos en materia de seguridad y salud en el trabajo (SST) relacionados con el diseño y la construcción de edificios ecológicos, su mantenimiento, renovación (rehabilitación) y demolición, además de la recogida de los residuos derivados de la construcción o demolición *in situ* (sin incluir el posterior tratamiento y reciclaje de los residuos). Algunos de estos riesgos son nuevos respecto a las obras de construcción tradicionales y están asociados a los nuevos materiales, tecnologías y diseño ecológicos. Otros riesgos son bien conocidos en el sector de la construcción (por ejemplo, los trabajos en altura), pero surgen en situaciones o combinaciones nuevas relacionadas con los edificios ecológicos que requieren una consideración especial.

#### 1.1. ¿Qué son los «edificios ecológicos»?

Un edificio ecológico es una estructura respetuosa con el medio ambiente y eficiente en materia de recursos a lo largo de su ciclo de vida, desde su localización hasta su diseño, construcción, funcionamiento, mantenimiento, renovación y demolición. Una característica común de los edificios ecológicos es que reducen drásticamente las emisiones, así como el uso de materiales y de agua. Estos edificios pueden reducir el consumo de energía en un 80 % o más gracias a la integración de sistemas eficientes (calefacción, refrigeración, iluminación, agua); el uso de fuentes de energía alternativas (por ejemplo, energía solar pasiva, energía eólica, bioenergía); la retención de energía (aislamiento y ventanas eficientes, masa térmica); y el uso de materiales de construcción reciclados, reutilizados o de bajo consumo energético. En Canadá y en los Estados Unidos de América (EE.UU.), los edificios ecológicos certificados representan un 1,5 % y un 3 % del total respectivamente [1, 2].

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha establecido siete principios de construcción y renovación sostenibles teniendo en cuenta el ciclo de vida completo de un edificio [3]:

- reducción del consumo de los recursos,
- reutilización de los recursos,
- utilización de materiales reciclables (reciclado),
- protección de la naturaleza, eliminación de las sustancias tóxicas,
- eliminación de las sustancias químicas peligrosas,
- aplicación de cálculos de ciclo de vida (economía),
- mayor atención a la calidad.

Algunos de estos principios, tales como la eliminación de sustancias químicas peligrosas, podrían ser beneficiosos para la SST. Sin embargo, las prácticas de la construcción ecológica dirigidas a mejorar la seguridad y la salud están destinadas principalmente a los ocupantes finales del edificio. El diseño y la construcción de edificios siguiendo las prácticas de sostenibilidad actuales no siempre benefician a la seguridad y la salud de los trabajadores de la construcción [4]. Además, se aplican principios ecológicos y de eficiencia para determinar el uso de los recursos para la construcción de edificios verdes. Ello supone recurrir a distintas capacidades tecnológicas y criterios de gestión y, por tanto, podría exigir el desarrollo de las competencias de los trabajadores y una formación que va más allá de la necesaria para edificios tradicionales, a fin de permitir que los trabajadores realicen su trabajo con seguridad [3]. Entre los posibles ejemplos cabe destacar el trabajo con un andamiaje complejo, la instalación de vegetación en la cubierta y la separación manual de materiales reciclables.

## 1.2. Programas de certificación y evaluación

Desde hace ya varios años, funcionan en muchos países diferentes programas de evaluación y certificación que miden la sostenibilidad de los edificios. Once países son miembros del World Green Building Council y docenas más están en proceso de formación de consejos nacionales o de adopción de normas de certificación. Entre las normas de construcción ecológica establecidas se encuentran las siguientes [5, 6]:

- la certificación BREEAM en el Reino Unido<sup>1</sup>
- la certificación DGNB en Alemania<sup>2</sup>
- la certificación LEED en Canadá<sup>3</sup>, Estados Unidos de América (EE.UU.)<sup>4</sup> y la India
- el sistema CASBEE en Japón<sup>5</sup>
- el sistema Green Star en Australia<sup>6</sup> y Nueva Zelanda
- la certificación Passivhaus en Australia, Alemania y el Reino Unido

Uno de los mejores ejemplos en Europa es el sistema de calificación BREEAM establecido en el Reino Unido por el Building Research Establishment (BRE), que se ha utilizado para la evaluación y certificación de más de 100 000 edificios desde 1990 [7]. El US Green Building Council creó el sistema LEED, un sistema de certificación de construcción ecológica que fija normas voluntarias de comportamiento medioambiental. La acreditación LEED parece estar dando lugar a cambios en la forma en que los diseñadores, los contratistas y los propietarios abordan el diseño, la construcción y el funcionamiento de los edificios. Este cambio y la motivación de obtener certificaciones LEED pueden deberse a varios factores, tales como el deseo de los propietarios de los edificios de lograr una imagen pública más ecológica, la utilización de la certificación como instrumento de comercialización para los contratistas, la reducción de costes de funcionamiento y mantenimiento y la mejora de la salud de los ocupantes del edificio [4].

En la actualidad, hay más de 40 000 profesionales acreditados LEED que participan en el diseño, la construcción, el funcionamiento o el mantenimiento de edificios ecológicos en EE.UU.; 1500 profesionales acreditados LEED en la India; 1197 evaluadores autorizados BREEAM en el Reino Unido; y 900 profesionales Green Star en Australia [8]. Estas cifras aumentarán con toda probabilidad a medida que el concepto de construcción ecológica aumente su cuota de mercado en el sector de la construcción.

LEED concede puntos sobre la base del comportamiento de un edificio en los siguientes ámbitos: parcelas sostenibles; eficiencia hídrica; energía y atmósfera; materiales y recursos; calidad ambiental interior; localización y transporte; sensibilización y educación; innovación en el diseño y prioridad regional. Solo uno de los ámbitos mencionados está relacionado con la seguridad y la salud de los trabajadores y se trata de la calidad ambiental interior (también llamada calidad del aire interior). Los programas actuales de certificación de edificios ecológicos no tienen en cuenta la seguridad y la salud de los trabajadores a la hora de evaluar si un edificio es o no ecológico [3], e incluso podrían tener un efecto negativo en la SST [9, 10].

## 2. Riesgos para la SST asociados a los edificios ecológicos

La información sobre riesgos en materia de SST relacionados específicamente con la construcción ecológica es escasa. Una encuesta realizada a nueve empresas de construcción de EE.UU. en relación con 86 proyectos de construcción reveló que los proyectos ecológicos (con certificación LEED) tenían cifras ligeramente más elevadas de incidentes que los proyectos no ecológicos [11], pero que los tanto los proyectos no ecológicos como los ecológicos registraban cifras similares de

<sup>1</sup> Para obtener más información, visite el sitio web del Green Building Council británico en <http://www.breeam.org>

<sup>2</sup> Para obtener más información, visite el sitio web del Green Building Council alemán en <http://www.dgnb.de>

<sup>3</sup> Para obtener más información, visite el sitio web del Green Building Council canadiense en <http://www.cagbc.org>

<sup>4</sup> Para obtener más información, visite el sitio web del Green Building Council estadounidense en <http://www.usgbc.org>

<sup>5</sup> Para obtener más información, visite el sitio web del Japan Sustainable Building Consortium en <http://www.ibec.or.jp/CASBEE>

<sup>6</sup> Para obtener más información, visite el sitio web del Green Building Council australiano en <http://www.gbca.org.au>

incidentes que causaban pérdidas de horas de trabajo. No existía ninguna relación entre el número de créditos LEED recibidos por el proyecto en cuestión y el comportamiento en materia de seguridad del proyecto. Sin embargo, se observan varios factores que podrían dificultar la identificación de diferencias claras de comportamiento en materia de seguridad y salud entre los proyectos ecológicos y no ecológicos. Entre ellos se incluye el tipo de proyecto, el tipo de instalación que se construye, la complejidad del proyecto, su altura, su localización y su financiación [11].

## 2.1. Los riesgos de la construcción tradicional y los edificios ecológicos

Los riesgos conocidos asociados a las obras de construcción tradicionales, tales como el trabajo en altura, los resbalones, los tropiezos y las caídas son también un problema en las obras de construcción ecológica [9], incluso más importante en determinados casos. Parece ser que un edificio ecológico con certificación LEED en EE.UU. tiene elementos de diseño más complejos, por lo que su construcción puede resultar más peligrosa que la de los diseños tradicionales [10]. Esto se hizo patente en un proyecto de construcción de Las Vegas en el que murieron seis trabajadores, a pesar de que el proyecto contaba con una certificación LEED «oro» para edificios ecológicos [10]. Entre las causas de fallecimiento se citaron principalmente accidentes «convencionales» como caídas, atropellos con camiones o golpes con objetos grandes. Se identificó la presión de los plazos de tiempo como la causa principal de estos accidentes [12].

Habida cuenta de que los edificios ecológicos suelen ser más herméticos y estar perfectamente aislados para ahorrar energía, la ventilación puede ser reducida durante las labores de acabado interiores. Esto puede aumentar la exposición a compuestos orgánicos volátiles de, por ejemplo, pinturas o adhesivos, y al polvo, en particular, la sílice cristalina [9, 10].

El reasblamiento de edificios existentes podría traer consigo la exposición a materiales de aislamiento convencionales [13], tales como fibras minerales artificiales (lana de vidrio, lana de roca). Cortar o serrar estos materiales libera fibras. La exposición a estas fibras puede causar dermatitis, irritación ocular y enfermedades de las vías respiratorias, tales como bronquitis o asma. Por otro lado, a menudo se utiliza espuma de poliuretano, que contiene isocianatos y puede provocar asma (alérgica), irritación del tracto respiratorio, de las membranas mucosas de los ojos y del tracto intestinal, así como dermatitis de contacto [5]. En muchos casos, se utilizan sistemas de un componente que contienen isocianato libre limitado. Sin embargo, todavía se utilizan sistemas de dos componentes para el aislamiento de suelos, paredes y cubiertas<sup>7</sup>. Estos se mezclan en la obra y, como consecuencia, la exposición a los isocianatos es considerablemente mayor que con la utilización de productos de un solo componente, porque se ha de añadir el catalizador a base de isocianato concentrado de forma manual. Por lo tanto, se liberan vapores de isocianato al aire, a pesar de que las obras carecen de medidas de control como ventilación local por aspiración [5, 14]. El Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional (NIOSH) comprobó que los trabajadores del sector de la construcción que pulverizaban aislamiento de espuma de poliuretano sobre una cubierta estaban expuestos a concentraciones de isocianatos que superaban los límites de exposición profesional [5].

La rehabilitación de edificios más antiguos para la instalación de sistemas de calefacción o de agua caliente de bajo consumo energético implica riesgos conocidos relacionados con empleos convencionales como instaladores de tuberías, chapistas-caldereros, técnicos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, electricistas, etc. [8]. Entre ellos están una alta carga de trabajo físico debido a la manipulación de equipo pesado, exposición al polvo de sílice, al amianto, así como al ruido y a las vibraciones en los trabajos de perforación [13]. Sin embargo, las actividades pueden realizarse con mayor frecuencia durante la rehabilitación, y los trabajadores que rehabilitan edificios pueden especializarse en estas tareas, por lo que estos riesgos aumentan.

---

Sistemas de dos componentes: productos que deben mezclarse en la obra inmediatamente antes de su utilización (por lo general, debe añadirse un endurecedor, por ejemplo, un isocianato, que inicia la reacción de endurecimiento). Sistemas de un componente: productos que no tienen que mezclarse en la obra.

## 2.2. Nuevos riesgos para la SST asociados a las nuevas tecnologías, los nuevos productos o los nuevos diseños ecológicos

### 2.2.1. Nuevos materiales de construcción ecológicos

Entre las nuevas tendencias en el uso de materiales en la construcción ecológica se encuentran el uso de materiales renovables, materiales reciclados, productos acuosos y, aunque aún limitado, de nanomateriales.

Entre los **materiales renovables** usados en la construcción ecológica están el bambú, la paja, la lana de oveja, el lino y el corcho. Una aplicación común de estos materiales es el aislamiento. Además, el uso de la madera, muy común en otros tiempos, a menudo se reintroduce o aumenta. La exposición al serrín puede considerarse un «viejo» riesgo en materia de SST, que tiene los siguientes efectos demostrados en la salud: irritación de la piel, de los ojos y de las vías respiratorias, bronquitis, asma y cáncer nasal. Sin embargo, el riesgo relativo varía según el tipo de madera, y se ha observado que algunos tipos de maderas duras de fuentes sostenibles —el cedro rojo del Pacífico en particular— pueden tener efectos sensibilizantes relativamente fuertes [14]. Además, el serrín de madera dura se considera un carcinógeno y se ha fijado un límite de exposición profesional obligatorio de 5 mg/m<sup>3</sup> en la Directiva sobre agentes carcinógenos de la Unión Europea (UE).

En general, los materiales de fuentes ecológicas renovables pueden generar elevados riesgos de exposición a alérgenos basados en proteínas y microorganismos tales como bacterias, mohos y hongos o endotoxinas. El uso de lana de oveja en mantos de aislamiento no provoca exposición al polvo y el material se ha limpiado y desinfectado para eliminar microorganismos. No obstante, algunas personas son alérgicas a la lana de oveja y el contacto con la piel podría provocar una reacción alérgica.

A veces se utilizan conchas para el aislamiento de los espacios vacíos bajo los edificios. Estas están compuestas de carbonato cálcico en un 98 % [16]. Las conchas se «rocían» con una manguera, lo que supone una alta carga de trabajo físico para los trabajadores debido al peso de la manguera, que debe arrastrarse de forma manual. Esta actividad también puede generar exposición al ruido y al polvo (véase la figura 1). El polvo de carbonato cálcico no contiene sílice cristalina, que es relativamente tóxica y puede provocar silicosis o cáncer pulmonar [17]. Sin embargo, el polvo de carbonato cálcico, al igual que cualquier otro tipo de polvo, puede causar enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) [18].

Figura 1: Aplicación de conchas como aislante



Fuente: <http://www.icdubo.nl>

Un ejemplo del uso de **materiales reciclados** es el papel reciclado triturado como aislante. Se puede aplicar en paneles, pero se utiliza con más frecuencia el papel triturado suelto, que se esparce o proyecta en espacios vacíos. Por lo general, el papel se impregna con ácido bórico al 8 % (tetraborato sódico), que actúa como ignífugo y agente antimicrobiano [14]. El ácido bórico está clasificado como sustancia reprotóxica en la UE [19]. Esto significa que la sustancia es tóxica para el sistema reproductor. Por tanto, debe evitarse la inhalación del polvo de papel que se genere. Asimismo, los aislantes de lana de lino, en paneles o mantos, también podrían estar impregnados con ácido bórico.

Las cenizas volantes, el asfalto reciclado de carreteras o los escombros de edificios se usan a menudo como relleno del hormigón o del asfalto. Las cenizas volantes contienen metales pesados como cadmio, mercurio, níquel y cromo. Además, las cenizas volantes y el asfalto reciclado pueden contener hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), algunos de los cuales son carcinógenos [5, 9, 20].

En los Países Bajos se ha intentado lograr un acuerdo entre los fabricantes de materiales de construcción y las empresas constructoras sobre la aplicación responsable de materiales reciclados en los productos de construcción [20]. Se evaluaron los posibles riesgos para la salud de los trabajadores del sector de la construcción debidos al uso de materiales reciclados con un «instrumento de diagnóstico rápido». Utilizando este instrumento se combinó la información sobre los peligros para la salud de los contaminantes presentes en los materiales reciclados (por ejemplo, los pictogramas de peligro y las indicaciones de peligro<sup>8</sup> asignados a estos contaminantes) y el contenido estimado (promedio) presente en los materiales reciclados. A continuación, esto se combinó con la exposición estimada de los trabajadores al polvo del material reciclado durante la realización de actividades específicas, que fue considerada la principal vía de exposición. En un caso se trataba del uso de cenizas volantes de centrales eléctricas de carbón en el asfalto para la construcción de carreteras o en el hormigón. Aunque las principales situaciones de exposición tienen lugar durante la producción del hormigón o del asfalto y de mezclas a las que se añaden cenizas volantes, es decir, fuera de la obra, una vez en la obra, los trabajadores se ven expuestos a los contaminantes presentes en el polvo generado durante las actividades de perforación, serrado o fresado [20].

### **Cenizas volantes en el hormigón**

Normalmente, las concentraciones de cenizas volantes en el hormigón rondan el 5 %. El cálculo de la «exposición más pesimista» de 10 mg/m<sup>3</sup> de polvo de hormigón durante, por ejemplo, la perforación del hormigón, demostró que, incluso en este caso, la exposición a los metales pesados presentes en el polvo de hormigón sería muy inferior (< 3 %) a los límites de exposición profesional [20]. No obstante, dado que algunos de los metales presentes son carcinógenos genotóxicos (cromo VI, níquel y berilio), la exposición debe reducirse al máximo posible.

Los **productos acuosos** se ofertan a menudo como alternativas ecológicas a pinturas, adhesivos, agentes impermeabilizantes y aceites desencofrantes de base solvente<sup>9</sup>. El uso de estos productos reduce considerablemente la exposición a compuestos orgánicos volátiles. En los productos convencionales de base solvente, se utilizan mezclas de hidrocarburos alifáticos (y a veces aromáticos), la mayoría de los cuales pueden ser neurotóxicos además de irritar las vías respiratorias y la piel [21, 22]. Sin embargo, los productos de base acuosa contienen biocidas para prevenir el crecimiento de microorganismos. Por lo general, estos biocidas no son volátiles y, por lo tanto, no suelen provocar una exposición por inhalación. No obstante, algunos de ellos pueden producir enfermedades alérgicas de la piel [3, 22, 23]. Por otro lado, las investigaciones realizadas en los Países Bajos no indican un aumento de la incidencia de enfermedades cutáneas tras la introducción de la obligación legal de utilizar pinturas de base acuosa en lugar de pinturas de base solvente en los trabajos de pintura en interior [22]. Las investigaciones han demostrado que las alergias a los biocidas se originan con frecuencia a partir de la exposición a jabones o cosméticos, y que pueden confundirse con alergias causadas por la exposición a pinturas o adhesivos de base acuosa [22].

En un edificio ecológico puede darse un compromiso entre la reducción de las emisiones a largo plazo para proteger a los futuros ocupantes del edificio y la reducción de las emisiones a corto plazo que pueden dañar a los trabajadores de la construcción [22]. Los productos «verdes», como las pinturas «naturales» a base de aceite de linaza provocan la exposición a terpenos volátiles que pueden ser irritantes relativamente fuertes o incluso sensibilizantes [22].

Por último, los **nanomateriales** se utilizan cada vez más en la construcción. Algunos ejemplos de las «reivindicaciones ecológicas» en relación con su uso son la aplicación de revestimientos con nanopartículas que reducen la necesidad de mantenimiento y el uso de nanorellenos en el hormigón. Estos últimos proporcionan al hormigón una altísima resistencia, lo que permite la construcción de

<sup>8</sup> Los pictogramas de peligro y las indicaciones de peligro en virtud del Reglamento (CE) n° 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado (Reglamento CLP), que sustituyen a los símbolos de peligro y las frases de riesgo anteriores con arreglo a la Directiva 67/548/CEE.

<sup>9</sup> Los aceites desencofrantes se utilizan en el colado del hormigón.

paredes y puentes más delgados y ligeros. En una obra, los trabajadores se vieron expuestos a nanopartículas durante la preparación y mezclado de estos materiales, aunque la perforación del hormigón solidificado no dio como resultado la exposición a nanopartículas «libres» [25].

### 2.2.2. Nuevas tecnologías ecológicas

Las tecnologías «verdes» en el sector de la construcción están principalmente relacionadas con los equipos de suministro eléctrico y de agua, la reducción de los residuos, la utilización más eficaz de los materiales y la reducción de las emisiones.

Los circuitos de agua separados («doble sistema de tuberías»), los cabezales de ducha de bajo caudal y los inodoros de bajo consumo reducen el consumo de agua limpia y no introducen nuevos riesgos en materia de SST. Lo mismo sucede con los sistemas de captación de agua de lluvia que recogen el agua que cae de la cubierta [4]. La instalación de sistemas de suministro de energía renovable tales como los paneles solares y pequeñas turbinas eólicas combina los riesgos del trabajo en altura, los riesgos de la manipulación, los riesgos eléctricos y la posibilidad de otros riesgos como la exposición al polvo o a altas temperaturas. Encontrará más información sobre los riesgos en materia de SST y la energía solar y eólica en los boletines informativos electrónicos específicos y las listas de comprobación para la identificación de peligros [3, 26].

**La producción de elementos de construcción fuera de la obra** como, por ejemplo, las paredes de hormigón prefabricadas, dan lugar a menos trabajo de «producción» y más trabajo de «montaje» en las obras. Esto puede resultar en un mejor aprovechamiento de los recursos y más oportunidades de evitar emisiones al medio ambiente. Asimismo, permite reducir en la obra la exposición a sustancias peligrosas tales como el mortero de hormigón fresco y los agentes desencofrantes, además del ruido y la carga de trabajo físico relacionado con el colado del hormigón (colocación de los moldes y del equipo de colado, manejo de los aparatos de vibración). Sin embargo, el montaje de las paredes de hormigón prefabricadas también puede implicar una alta carga de trabajo físico. Además, podría requerir el uso de sellantes o adhesivos peligrosos, incluidos sellantes que contienen isocianatos o adhesivos epoxy de dos componentes, que son sensibilizantes fuertes [27]. Si cuentan con un diseño óptimo, los elementos prefabricados pueden reducir la necesidad de trabajos tales como las perforaciones, reduciendo así la exposición a la sílice cristalina, el ruido y las vibraciones. Por ejemplo, las ranuras para las canalizaciones pueden realizarse en la fábrica en lugar de en la obra [28]. El pintado de puertas, escaleras y marcos de ventanas se realiza cada vez más a menudo fuera de la obra (en condiciones más «controladas» que en la obra), reduciéndose la exposición a compuestos orgánicos volátiles en la obra.

**Las nuevas tecnologías de demolición y separación de residuos** para su reutilización y reciclado implican muchas veces que los residuos reciclables como plásticos, madera, cristal y metal se separan manualmente y se acumulan en contenedores en la obra [7, 29]. En algunos casos, es necesario desmontar conjuntos de materiales pieza por pieza antes de proceder a su separación. Los trabajadores del sector de la construcción en las obras «verdes» en EE.UU. observaron que manipulaban los materiales «dos o tres veces más» que en las obras de construcción convencionales [4]. Esto tiene como consecuencia una carga de trabajo físico más alta, además de mayores riesgos de tirones, resbalones, caídas, esguinces, punciones y golpes producidos por objetos [4, 5, 30].

Un estudio piloto de un proyecto de construcción realizado en una universidad ecológica de EE.UU. demostró que el programa de reciclado de materiales de construcción aumentó los riesgos a los que estaban expuestos los trabajadores. Un ejemplo de un incidente era el de un trabajador que se pinchó un pie con un clavo cuando separaba palés de madera para su reciclado [11]. Aunque tales incidentes también podrían ocurrir en obras de construcción convencionales, la separación de los residuos en la obra parece aumentar el riesgo. Los representantes de las empresas constructoras entrevistados señalaron que la manipulación adicional de los materiales en la obra «podría» ser un motivo de preocupación para la seguridad de los trabajadores [11]. Otro aspecto negativo mencionado es que los múltiples contenedores de reciclado crean congestión porque impiden la circulación fluida de los camiones que suministran los materiales de construcción [4]. Es de suponer que esto provoca un aumento de las emisiones de gases de escape de los motores diésel en la obra debido a que los vehículos permanecen durante más tiempo con el motor en marcha. Además, se ha observado que las carretillas elevadoras que se utilizan en espacios reducidos a veces aumentan el

riesgo de accidentes en este contexto [5]. Por otro lado, los trabajadores de una obra de construcción ecológica de EE.UU. en la que se realizaba de forma activa la recolección y el reciclado de residuos separados señalaron que la obra estaba más «limpia». Según los trabajadores, ello contribuía a reducir los riesgos de tropiezos, resbalones y caídas [4].

El aumento del uso de materiales de aislamiento en la construcción ecológica podría dar como resultado una exposición más elevada a, por ejemplo, fibras minerales artificiales en las actividades de demolición [14]. Estas fibras son fuertes irritantes de las vías respiratorias, los ojos y la piel. Es de suponer que la separación de residuos en la obra aumenta también la exposición a estas sustancias, además de la exposición al polvo de sílice y a envases contaminados con residuos de, por ejemplo, pinturas y adhesivos.

Para facilitar la separación y el reciclado de materiales procedentes de los residuos de la demolición de edificios, las organizaciones que promocionan la construcción ecológica recomiendan evitar el uso de adhesivos, sellantes o, por ejemplo, fijar cubiertas de betún derretíendolo para evitar que los distintos materiales queden unidos de forma irreversible [16]. En su lugar, un diseño cuidadoso o el uso de bandas elásticas podrían evitar el uso de sellantes en las juntas entre paredes. Asimismo, es posible utilizar gravilla o baldosas para fijar cubiertas de betún, en lugar de derretirlo o usar adhesivos. No obstante, esto podría tener como resultado una transición de la exposición química (adhesivos, humo de betún) a una alta carga de trabajo físico causado por la manipulación de gravilla o baldosas pesadas.

Un ejemplo que ilustra las posibles sinergias entre los aspectos medioambientales y de SST es el uso de piedras de pavimento permeables. Si bien estas se diseñaron para permitir la penetración del agua y así eliminar la necesidad de un sistema de gestión de aguas pluviales [4], cabe esperar que las piedras de pavimento permeables sean más ligeras que las convencionales, reduciéndose así la carga de trabajo físico.

### **2.2.3. Nuevo diseño ecológico**

Los elementos de diseño ecológico que se han señalado como causantes de riesgos en materia de SST incluyen lucernarios y atrios, que tienen como objeto proporcionar luz natural [4, 5]. La construcción de estos elementos implica un mayor uso de andamios. Los andamios son uno de los principales factores de riesgo de caídas en el sector de la construcción [5, 30, 31]. En una obra piloto en EE.UU., se construyó un atrio grande en el centro de un edificio alto (cuatro plantas). Además, los lucernarios no suelen diseñarse para soportar cargas pesadas y no tienen barandillas que puedan proteger a los trabajadores de las caídas. Por último, los atrios pueden estar diseñados con grandes paneles de vidrio que pueden ser pesados y difíciles de transportar [5].

La «construcción ligera» es otra tendencia de la construcción ecológica porque ahorra recursos (naturales) al reducir la cantidad necesaria para producir el material de construcción en sí. Por ejemplo, se utilizan ladrillos más finos de menor peso para la albañilería [16]. El uso de estos ladrillos reduce la carga de trabajo físico de los albañiles.

El uso de doble acristalamiento u otros tipos de vidrio aislante es más frecuente en los edificios verdes. Suelen ser más pesados que el vidrio convencional. Las ventanas convencionales de 4 mm de grosor pesan aproximadamente 10 kg/m<sup>2</sup>, mientras que una ventana de doble cristal del mismo tamaño pesa el doble.

Sobre los aspectos en materia de SST de las cubiertas ecológicas, es decir, las cubiertas que están parcialmente recubiertas de plantas, no se ha encontrado ninguna información. No obstante, la alta carga de trabajo físico vinculada al transporte manual de arena o tierra podría ser una cuestión que debería tenerse en cuenta. Además, el contacto de la piel con las plantas podría, en casos concretos, dar lugar a irritaciones o reacciones alérgicas y, en el caso del mantenimiento, podría producirse la inhalación de mohos o endotoxinas adheridos a las hojas muertas. Por último, el trabajo en altura (y los riesgos relacionados de caídas) puede aumentar porque es necesario realizar trabajos de mantenimiento aproximadamente dos o tres veces al año [32].

### 2.3. Organización del trabajo

Las empresas constructoras se diferencian entre sí en muchos aspectos, sobre todo en lo que respecta a la cultura y el comportamiento en materia de seguridad, independientemente de que los proyectos sean «verdes» o «no verdes». Una encuesta sobre 86 proyectos de construcción ecológicos y no ecológicos reveló una diferencia estadística significativa entre el comportamiento en materia de seguridad de los contratistas que participaban y de aquellos que no [11].

No se aprecian diferencias claras en materia de subcontratación, organización del trabajo y personal entre contratistas que llevan a cabo proyectos ecológicos y aquellos que trabajan en proyectos no ecológicos, ni se han descrito en la bibliografía.

La subcontratación del trabajo de construcción es cada vez más común. Con frecuencia, este trabajo es esporádico, lo que implica que solo se necesita a los trabajadores de forma temporal. Se contrata a empresas especializadas y a sus empleados para realizar el trabajo mejor, con más rapidez y normalmente por menos dinero. Cuando las empresas emplean a contratistas, los contratistas a su vez pueden emplear a subcontratistas y se genera una cadena de empresas. A menudo, el trabajo se realiza principalmente donde trabaja el contratista principal. Esto tiene implicaciones para la seguridad y la salud de los trabajadores involucrados [33]. Los problemas relativos al comportamiento en materia de seguridad y salud de los contratistas podrían verse agravados por la falta de personal cualificado y con experiencia. Esto es especialmente pertinente en el contexto del número cada vez mayor de proyectos de construcción ecológica que los trabajadores no cualificados pueden considerar oportunidades de trabajo. Las empresas constructoras también pueden sentirse atraídas por estas oportunidades, pero, debido a la presión de los plazos para concluir el trabajo, podrían no tomarse el tiempo necesario para formar a los trabajadores sobre los riesgos específicos asociados a las técnicas de construcción ecológica. Además, muchos subcontratistas son microempresas y empresas pequeñas, que suelen tener menos experiencia y estar menos concienciadas en materia de SST, suelen tener menos recursos disponibles para la SST y que son inspeccionadas con menos frecuencia [34]. Esto se traduce en un entorno de trabajo menos seguro. Asimismo, en el caso de los trabajadores inmigrantes, esto podría dar lugar a empleo clandestino, en el que los trabajadores tienen un acceso limitado a los sindicatos y a otras formas de representación colectiva, así como a organizaciones que pueden promocionar una mejor seguridad y salud en el trabajo y sistemas de gestión de riesgos más adecuados [34]. Esto se aplica también a las obras de construcción ecológica, incluso en mayor medida, dado que los contratistas y subcontratistas tienen que operar con materiales y tecnologías, o en situaciones que difieren de las actividades de construcción convencionales. Por tanto, es esencial tratar a fondo los peligros tradicionales e identificar nuevos posibles peligros asociados a los elementos de diseño ecológico a la hora de evaluar los riesgos en materia de seguridad y salud de los trabajadores [3], y eliminar los peligros o reducir los riesgos.

## 3. Prevención

La legislación de la UE y de los Estados miembros exige que las empresas realicen evaluaciones de riesgos y establezcan estrategias de prevención de acuerdo con la «jerarquía de controles» [35]. Las medidas para controlar los riesgos en materia de seguridad y salud de los trabajadores deben adoptarse lo más cerca posible del origen del riesgo. Esto se aplica asimismo a los proyectos de construcción ecológica. Además, las principales partes interesadas, contratistas y subcontratistas, incluidos los trabajadores, deben participar para garantizar una coordinación apropiada en materia de seguridad y salud ocupacional en las obras de construcción. Por lo general, excluir los peligros en la etapa de diseño es la estrategia de prevención más eficaz [10]. A tal fin, los diseñadores, arquitectos y fabricantes de materiales de construcción son socios decisivos. Muchos de ellos pueden necesitar información y apoyo que les permita seleccionar los materiales y las técnicas que reducen los peligros y riesgos laborales, y así beneficiar tanto el medio ambiente como a los trabajadores. Por lo tanto, se ha propuesto la elaboración de una lista de sugerencias de diseño para ayudar a los arquitectos a incorporar la idea de la «prevención a través del diseño» [36].

La lista de comprobación para la identificación de peligros <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building/view> que acompaña a este boletín informativo electrónico contiene información práctica relativa a la prevención.

## Referencias

- [1] Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE.UU., Información básica sobre construcción ecológica, 2009. Disponible en: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm>.
- [2] PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Green jobs: towards decent work in a sustainable, low-carbon world, Nairobi, PNUMA, 2008. Disponible en: [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/documents/publication/wcms\\_158727.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_158727.pdf)
- [3] OIT (Organización Internacional del Trabajo), Promover la seguridad y la salud en una economía verde, Día Mundial de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 28 de abril de 2012, OIT, 2012. Disponible en: [http://www.ilo.org/safework/info/video/WCMS\\_176314/lang--es/index.htm](http://www.ilo.org/safework/info/video/WCMS_176314/lang--es/index.htm).
- [4] Gambatese, J. A., Rajendran, S. y Behm, M. G., «Green design & construction: Understanding the effects on construction worker safety and health», *Professional Safety*, vol. 52, nº 5, 2007, pp. 28-35.
- [5] Chen, H., Green and healthy jobs, Centre for Construction Research and Training, 2010. Disponible en: <http://www.cpw.com>.
- [6] Dirlich, S., «A comparison of assessment and certification schemes for sustainable building and suggestions for an international standard system», *IMRE Journal*, vol. 5, nº 1, 2011, pp. 1-12.
- [7] BRE, BREEAM new construction, non-domestic buildings, Technical manual SD5073, BRE Global Ltd, 2011.
- [8] Renner, M., Sweeney, S. y Kubit, J., Green jobs: Working for people and the environment, Worldwatch Report 177, Washington, DC, 2008.
- [9] NIOSH (Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Ocupacional), Summary of the Making green jobs safe workshop, 14-16 de diciembre de 2009, Washington, DC, 2011. Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>.
- [10] Schulte, P. A., Heidel, D. Okun, A. y Branche, C., «Making green jobs safe» (editorial), *Industrial Health*, vol. 48, 2010, pp. 377-379.
- [11] Rajendran, S., Gambatese, J. A. y Behm, M. G., «Impact of green building design and construction on worker safety and health», *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 135, nº 10, 2009, pp. 1058-1066.
- [12] Las Vegas Sun, «Construction deaths: fatal construction accidents on The Strip - Pace is the new peril», 2008. Disponible en: <http://www.lasvegassun.com/news/2008/mar/30/construction-deaths/>.
- [13] Hazards, Green collared, red alert on the perils of green jobs, Hazards Special Report, nº 107, 2009. Disponible en: <http://www.hazards.org/greenjobs/greencollared.htm>.
- [14] FNV Bouw, Trabajar con materiales aislantes [en neerlandés], Woerden, Países Bajos, FNV Bouw, 2010.
- [15] Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/legislation/directives/exposure-to-chemical-agents-and-chemical-safety/osh-directives/directive-2004-37-ec-indicative-occupational-exposure-limit-values>.
- [16] ICDUBO, Innovation Centre Sustainable Construction, Países Bajos, 2012. Disponible en: <http://www.icdubo.nl>.
- [17] Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) y Organización Mundial de la Salud (OMS), Silica and some silicates, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 68, CIIC y OMS, Lyon, 1997. Disponible en: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/volume68.pdf>

- [18] Cherrie, J., van Tongeren, M. y Tran, L. «Occupational exposure limits for dusts», Presentación realizada en la conferencia de 2012 de la British Occupational Hygiene Society (BOHS), Occupational Hygiene 2012, 24-26 de abril de 2012, Cardiff, Gales. Disponible en: <http://www.bohs.org/oh2012/presentations/>.
- [19] Centro Común de Investigación, Base de datos ESIS, 2012. Disponible en: <http://esis.irc.ec.europa.eu>.
- [20] Jongen, M., Visser, R. y Zwetsloot, G., Proeftuin secundaire bouwgrondstoffen, TNO Arbeid, Hoofddorp, Países Bajos, 2003.
- [21] Norbäck, D., Wieslander, G. & Edling, C., «Occupational exposure to volatile organic compounds (VOCs) and other air pollutants from the indoor application of water-based paints», *Annual Occupational Hygiene*, vol. 39, nº 6, 1995, pp. 783-794.
- [22] Terwoert, J., van Raalte, A. T. & Zarkema, J. W., Los efectos en la salud de los productos de base acuosa utilizados en el sector de las pinturas [en neerlandés], Universidad Chemiewinkel de Amsterdam/Arbouw, Amsterdam, Países Bajos, 2002.
- [23] Riala, R., Chemical use and self-reported health effects among Finnish house painters, V Conferencia científica internacional de la IOHA, 10-14 de junio de 2002, Bergen, Noruega. Disponible en: <http://www.nyf.no/bergen2002/program/monday.htm>
- [24] Cornelissen, R., Terwoert, J. y van Broekhuizen, F., La nanotecnología en la industria holandesa de la construcción [en neerlandés], Harderwijk/Amsterdam, Arbouw/IVAM, 2011.
- [25] Van Broekhuizen, P., van Broekhuizen, F. Cornelissen, R. y Reijnders, L., «Use of nanomaterials in the European construction industry and some occupational health aspects thereof», *Journal of Nanoparticle Research*, publicado en línea el 11 de enero de 2011. Disponible en: [http://www.nanoservices.nl/include/Van\\_Broekhuizen\\_etal\\_2011\\_Use\\_of\\_nanomaterials\\_in\\_the\\_European\\_construction\\_industry1.pdf](http://www.nanoservices.nl/include/Van_Broekhuizen_etal_2011_Use_of_nanomaterials_in_the_European_construction_industry1.pdf).
- [26] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo), Empleos verdes y seguridad y salud en el trabajo: Estudio prospectivo sobre los riesgos nuevos y emergentes asociados a las nuevas tecnologías en 2020, 2013. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020>
- [27] Spee, T., van Duivenbooden, C. y Terwoert, J., «Epoxy resins in the construction industry», *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1076, 2006, pp. 429-438.
- [28] Arbouw, Kwartsstof te lijf («Tratar el polvo de sílice»), Amsterdam, Stichting Arbouw, 2010. Disponible en: <http://www.arbouw.nl/pdf/specials/kwartsstof-te-lijf-wg>
- [29] Heesen, Th.J., Construcción sostenible y sana – experiencias de un proyecto de construcción [en neerlandés], Amsterdam/Woerden, Países Bajos, Chemiewinkel UvA/FNV Bouw, 1995.
- [30] Gambatese, J. A. y Behm, M. G., «Making "green" safe», *PtD in Motion*, nº 5, 2009, pp. 8-9. Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/pdfs/PtD-inMotion-Issue5.pdf>
- [31] Ellenberger, D., Green and healthy jobs, Based on a report by Helen Chen, J.D., M.S., Labor Occupational Health Program, University of California at Berkeley - 2010, CPWR, 2010. Disponible en: <http://www.elcosh.org/en/document/1221/d001096/green-and-healthy-jobs-a-presentation-based-on-a-report-of-the-same-name-by-helen-chen.html>.
- [32] Groendakinfo, Leggen van sedummatten of vegetatierollen, 2012. Disponible en: <http://www.groendak.info/doe-het-zelf-met-sedum/aanleg-en-onderhoud>.
- [33] EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo), Promoting occupational safety and health through the supply chain, 2012. Disponible en: [https://osha.europa.eu/en/publications/literature\\_reviews/promoting-occupational-safety-and-health-through-the-supply-chain/view](https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/promoting-occupational-safety-and-health-through-the-supply-chain/view).
- [34] Walters, D. y James, P., «Understanding the role of supply chains in influencing health and

- safety at work», Leicester, IOSH (Institution of Occupational Safety and Health), 2009.
- [35] Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo  
Disponible en:  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/employment\\_and\\_social\\_policy/health\\_hygiene\\_safety\\_at\\_work/c11113\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/health_hygiene_safety_at_work/c11113_es.htm).
- [36] Behm, M., «Rapporteur's report: Construction sector», *Journal of Safety Research*, vol. 29, 2008, pp. 175-178.

## Información adicional

Biblioteca de materiales de construcción sostenibles: [www.rematerialise.org](http://www.rematerialise.org).

Prevención a través del diseño en el sitio web de NIOSH:

<http://www.designforconstructionsafety.org/>.

De EU-OSHA:

- Informe «Empleos verdes y seguridad y salud en el trabajo: Estudio prospectivo sobre los riesgos nuevos y emergentes asociados a las nuevas tecnologías en 2020», 2013. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020>.
- Lista de comprobación para la identificación de los peligros en materia de SST asociados a la construcción ecológica, disponible en <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building/view>
- Boletines informativos electrónicos sobre la SST y las aplicaciones de energía solar a pequeña escala, disponible en: <https://osha.europa.eu/es/publications/e-facts/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications/view>
- Lista de comprobación para la identificación de los peligros de las aplicaciones de energía solar a pequeña escala, disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-69-hazard-identification-checklist-osh-risks-associated-with-small-scale-solar-energy-applications>
- Boletines informativos electrónicos relativos al sector de la energía eólica (en preparación).
- Lista de comprobación para la identificación de los peligros en materia de SST en el sector de la energía eólica (en preparación).
- Informe de revisión de la situación actual en materia de SST en el sector de la energía eólica (en preparación).