

## SICUREZZA E SALUTE SUL LAVORO ASSOCIATE ALL'EDILIZIA "VERDE"

### 1 Introduzione

Il presente numero di E-facts intende sensibilizzare sui rischi per la sicurezza e la salute sul lavoro (SSL) associati alla progettazione e alla costruzione di edifici "verdi", alla loro manutenzione, ristrutturazione (riqualificazione) e demolizione nonché alla raccolta nei cantieri dei relativi rifiuti di costruzione o demolizione (escluso il successivo trattamento e riciclaggio). Alcuni di questi rischi per la SSL, essendo connessi al ricorso a nuovi materiali, tecnologie e progetti "verdi", risultano nuovi rispetto a quelli dei cantieri edili tradizionali. Altri rischi per il settore edile sono già noti (per esempio il lavoro in luoghi sopraelevati), ma si presentano in situazioni o in combinazioni nuove associate agli edifici "verdi" che richiedono una considerazione specifica.

#### 1.1 Che cosa sono gli "edifici verdi"?

Un edificio "verde" è una struttura rispettosa dell'ambiente ed efficiente nell'impiego delle risorse per tutto il suo ciclo di vita, dalla scelta dell'ubicazione alla progettazione, costruzione, esercizio, manutenzione, ristrutturazione e demolizione. Un aspetto comune degli edifici "verdi" è la drastica riduzione delle emissioni e del consumo di materiali e acqua. Potenzialmente possono ridurre il consumo di energia di almeno l'80% integrando sistemi efficienti (riscaldamento, raffreddamento, illuminazione e acqua); utilizzano fonti di energia alternative (per esempio energia solare passiva, energia eolica, bioenergia); trattengono l'energia (isolamento termico e finestre efficienti, massa termica) e utilizzano materiali edili riciclati, reimpiegati o a basso consumo di energia. In Canada e negli Stati Uniti d'America (USA) gli edifici "verdi" certificati rappresentano rispettivamente l'1,5% e il 3% del totale [1, 2].

L'Organizzazione internazionale del lavoro (OIL) ha definito sette principi per la costruzione e la ristrutturazione sostenibile, tenendo in considerazione l'intero ciclo di vita di un edificio [3]:

- ridurre il consumo delle risorse;
- reimpiegare le risorse;
- impiegare le risorse riciclabili (riciclaggio);
- proteggere la natura, eliminare le sostanze tossiche;
- eliminare i prodotti chimici pericolosi;
- applicare i costi del ciclo di vita (economia);
- concentrarsi sulla qualità.

Alcuni di questi principi, come l'eliminazione dei prodotti chimici pericolosi, possono avere effetti positivi ai fini della SSL. Tuttavia, le pratiche impiegate nell'edilizia "verde" intese al miglioramento in termini di sicurezza e salute spesso si rivolgono principalmente agli occupanti finali di un edificio. La progettazione e la costruzione degli edifici che adottano le attuali pratiche di sostenibilità non vanno sempre a vantaggio della sicurezza e della salute dei lavoratori edili [4]. Inoltre, nel determinare quali risorse siano idonee per la costruzione di edifici "verdi" si applicano principi di ecologia ed efficienza. Ciò comporta l'impiego di diverse competenze tecnologiche insieme a requisiti di gestione e pertanto può richiedere lo sviluppo di competenze nei lavoratori e l'offerta di una formazione ulteriore rispetto a quella necessaria per gli edifici tradizionali, al fine di permettere lo svolgimento del lavoro in sicurezza [3]. Alcuni lavoratori, per esempio, operano su vaste impalcature, dispongono piante sul tetto e si occupano della separazione manuale dei materiali riciclabili.

## 1.2 Regimi di certificazione e valutazione

Da diversi anni sono utilizzati in molti paesi vari regimi di valutazione e certificazione al fine di misurare la sostenibilità degli edifici. Undici paesi sono membri del World Green Building Council (Consiglio mondiale per l'edilizia verde) e decine di altri paesi sono in procinto di costituire consigli nazionali o di adottare norme di certificazione. Le norme vigenti in materia di edilizia "verde" includono [5, 6]:

- BREEAM nel Regno Unito<sup>1</sup>;
- DGNB Label in Germania<sup>2</sup>;
- LEED in Canada<sup>3</sup>, Stati Uniti d'America (USA)<sup>4</sup> e India;
- CASBEE in Giappone<sup>5</sup>;
- Green Star in Australia<sup>6</sup> e Nuova Zelanda;
- Passivhaus in Australia, Germania e Regno Unito.

Uno dei migliori esempi in Europa è il sistema di classificazione BREEAM, istituito nel Regno Unito dalla Building Research Establishment (BRE) e utilizzato dal 1990 per la valutazione e la certificazione di oltre 100 000 edifici [7]. Il US Green Building Council (Consiglio statunitense per l'edilizia verde) ha messo a punto il LEED, un sistema di certificazione dell'edilizia "verde" che fissa norme volontarie per le prestazioni ambientali. L'accreditamento a norma del LEED sembra condurre a cambiamenti nell'approccio alla progettazione, alla costruzione e all'esercizio da parte di progettisti, appaltatori e proprietari. Tale sviluppo, insieme alla motivazione a ottenere certificazioni LEED, può essere collegato a molteplici fattori, come il desiderio dei proprietari degli edifici di migliorare la propria immagine pubblica mostrandosi rispettosi dell'ambiente, l'uso della certificazione come strumento di marketing per gli appaltatori, la riduzione dei costi di esercizio e di manutenzione e migliori condizioni di salute per gli occupanti degli edifici.

Vi sono attualmente più di 40 000 professionisti accreditati LEED impegnati nella progettazione, nella costruzione, nell'esercizio o nella manutenzione di edifici "verdi" negli USA, 1 500 in India, 1 197 esperti autorizzati BREEAM nel Regno Unito e 900 professionisti Green Star in Australia [8]. Tali numeri sono molto probabilmente destinati a crescere con l'acquisizione di una quota più consistente del mercato edilizio da parte del concetto di edilizia "verde".

Il sistema LEED attribuisce punti sulla base della prestazione di un edificio nei seguenti settori: siti sostenibili, efficienza idrica, energia e atmosfera, materiali e risorse, qualità ambientale all'interno degli edifici, ubicazione e collegamenti, sensibilizzazione ed educazione, innovazione nella progettazione e priorità a livello regionale. Solo uno dei suddetti settori ha un legame con la salute e la sicurezza dei lavoratori edili, ossia la qualità ambientale all'interno degli edifici (nota anche come qualità dell'aria in ambienti chiusi). I programmi odierni di certificazione per gli edifici "verdi" non tengono in considerazione la salute e la sicurezza dei lavoratori nel valutare se una costruzione sia o meno "verde" [3] e possono persino avere un impatto negativo sulla stessa SSL [9, 10].

## 2 Rischi per la SSL associati agli edifici "verdi"

Vi sono scarse informazioni sui rischi specificamente connessi all'edilizia "verde". Un'indagine condotta su 86 progetti di nove imprese edili negli USA ha evidenziato che nei progetti verdi (con certificazione LEED) si è verificato un numero leggermente superiore di incidenti rispetto a quelli "non verdi" [11], ma anche che in entrambi è stato registrato numero simile di incidenti sfociati in una perdita di ore di lavoro. Non è stata segnalata alcuna relazione tra il numero di punti-crediti LEED ottenuti da un progetto specifico e le prestazioni in materia di sicurezza di tale progetto. Tuttavia, diversi fattori potrebbero ostacolare l'individuazione di differenze chiare nelle prestazioni in materia di sicurezza e salute nei progetti "verdi" e "non verdi" tra cui il tipo di progetto, il tipo di struttura in costruzione, la complessità, l'altezza, l'ubicazione e il finanziamento del progetto [11].

<sup>1</sup> Per ulteriori informazioni visitare il sito del British Green Building Council all'indirizzo <http://www.breeam.org>.

<sup>2</sup> Per ulteriori informazioni visitare il sito dell'associazione tedesca per l'edilizia sostenibile all'indirizzo <http://www.dgnb.de>.

<sup>3</sup> Per ulteriori informazioni visitare il sito del Canadian Green Building Council all'indirizzo <http://www.cagbc.org>.

<sup>4</sup> Per ulteriori informazioni visitare il sito del US Green Building Council all'indirizzo <http://www.usgbc.org>.

<sup>5</sup> Per ulteriori informazioni visitare il sito del consorzio giapponese per l'edilizia sostenibile all'indirizzo <http://www.ibec.or.jp/CASBEE>.

<sup>6</sup> Per ulteriori informazioni visitare il sito del Green Building Council Australia all'indirizzo <http://www.gbc.au>.

## 2.1 Rischi edilizi tradizionali ed edifici "verdi"

I rischi noti dei cantieri edili tradizionali come il lavoro in luoghi sopraelevati, gli scivoloni, le inciampate e le cadute sono un problema anche nei cantieri "verdi" [9], dove, in alcuni casi, sono persino più seri. Un edificio "verde" con certificazione LEED negli Stati Uniti sembra avere elementi di progettazione più complessi che possono risultare più pericolosi in fase di costruzione rispetto ai progetti tradizionali [10]. A dimostrazione di ciò basta citare un progetto edilizio a Las Vegas nell'ambito del quale sono morti sei lavoratori nonostante lo stesso avesse ottenuto una certificazione LEED di livello "gold" per gli edifici "verdi" [10]. Tra le cause di morte figuravano principalmente incidenti "convenzionali" come cadute, persone investite da mezzi pesanti o colpite da grandi oggetti. La fretta è stata individuata quale una delle cause principali di tali incidenti [12].

Dal momento che gli edifici "verdi" sono spesso sigillati e isolati ermeticamente per risparmiare energia, durante i lavori interni di finitura la ventilazione può risultare ridotta. Ciò può aumentare l'esposizione a composti organici volatili derivanti, per esempio, da pitture o adesivi e alle polveri, compresa la silice cristallina [9, 10].

Il nuovo isolamento di edifici esistenti può comportare l'esposizione a materiali isolanti convenzionali [13], come, per esempio, le fibre minerali artificiali (lana di vetro, lana di roccia). Tagliare o segare tali materiali provoca il rilascio di fibre. L'esposizione a queste ultime può causare dermatiti, irritazioni agli occhi e malattie delle vie respiratorie come bronchite o asma. In alternativa, spesso viene utilizzata la schiuma poliuretana che contiene isocianati, possibili cause di asma (allergica), irritazione del tratto respiratorio, delle membrane mucose degli occhi e del tratto gastrointestinale nonché di dermatiti da contatto [5]. In molti casi, si utilizzano sistemi monocomponente che contengono quantità limitate di isocianati liberi. Tuttavia, si utilizzano ancora sistemi bicomponenti per l'isolamento di pavimenti, muri e tetti<sup>7</sup>, che vengono miscelati in cantiere. Di conseguenza, l'esposizione agli isocianati è considerevolmente superiore rispetto all'utilizzo di prodotti monocomponenti, dal momento che l'indurente isocianato concentrato viene aggiunto manualmente. Pertanto, i vapori di isocianati sono veicolati dall'aria mentre nei cantieri edili sono solitamente carenti le misure di controllo, come i sistemi di aerazione locali [5, 14]. Secondo un rilevamento del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, Istituto per la sicurezza e la salute sul lavoro), i lavoratori edili che hanno utilizzato schiume di poliuretano come isolante sui tetti sono stati esposti a concentrazioni di isocianati superiori ai valori limite di esposizione professionale.

La riqualificazione di vecchi edifici per installare sistemi di riscaldamento o di produzione di acqua calda efficienti sotto il profilo energetico comporta principalmente rischi noti per i lavoratori convenzionali come i posatori di tubi, i lattonieri, i tecnici degli impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento, gli elettricisti ecc. [8]. Tali rischi comprendono un forte carico di lavoro fisico dovuto alla movimentazione manuale di attrezzature pesanti, l'esposizione a polveri di silice e amianto, al rumore e alle vibrazioni derivanti dalle attività di trapanatura [13]. Tali attività possono riguardare con più frequenza la riqualificazione e/o i lavoratori di tale settore possono specializzarsi nelle suddette mansioni, aumentando così l'esposizione a tali pericoli.

## 2.2 Nuovi rischi per la SSL associati a nuove tecnologie, prodotti e progettazioni "verdi"

### 2.2.1 Materiali edili nuovi e "verdi"

Le tendenze generali nell'impiego di materiali nell'edilizia "verde" includono il ricorso a materiali rinnovabili e riciclati, prodotti a base di acqua e nanomateriali, sebbene il loro uso sia ancora limitato.

I **materiali rinnovabili** impiegati nell'edilizia "verde", tra cui bambù, paglia, lana di pecora, lino e sughero, vengono comunemente utilizzati come isolanti. Inoltre, è spesso reintrodotta o accresciuta l'impiego, comune in passato, del legno. L'esposizione alla polvere di legno può essere considerata un "vecchio" rischio per la SSL e l'irritazione di pelle, occhi e vie aeree nonché bronchite, asma e

<sup>7</sup> Sistemi bicomponenti: prodotti da miscelare in cantiere, subito prima dell'uso (solitamente, è necessario aggiungere un agente di essiccazione, come un isocianato, per avviare la reazione di essiccazione). Sistemi monocomponenti: prodotti che non devono essere miscelati in cantiere.

cancro della cavità nasale sono riconosciuti come effetti sulla salute attribuibili a tale esposizione. Tuttavia, il rischio può variare in base al tipo di legno ed è stato osservato che alcuni tipi di legno duro provenienti da fonti sostenibili, in particolare il cedro rosso, possono essere sensibilizzanti relativamente forti [14]. Inoltre, la polvere di legno duro è considerata un agente cancerogeno e l'Unione europea ha fissato nella direttiva UE sugli agenti cancerogeni un valore limite obbligatorio di esposizione professionale pari a  $5 \text{ mg/m}^3$  [15].

Generalmente, i materiali provenienti da fonti organiche rinnovabili possono comportare elevati rischi di esposizione ad allergeni a base di proteine e a microrganismi come batteri, muffe e funghi o endotossine. L'impiego di lana di pecora nei rivestimenti isolanti non comporta l'esposizione alla polvere e il materiale viene pulito e disinfettato per rimuovere i microrganismi. Tuttavia, alcune persone sono allergiche alla lana di pecora e l'esposizione della pelle a tale materiale può provocare una reazione allergica.

**A volte le intercapedini sottostanti agli edifici sono riempite con conchiglie, che fungono da isolanti. Composti per il 98% da gesso [16], vengono "spruzzati" mediante un tubo. Tale tecnica può comportare un forte carico fisico per i lavoratori dovuto al peso del tubo stesso, che deve essere trasportato manualmente nonché un'esposizione al rumore e alla polvere (cfr. Figura 1: uso di conchiglie come isolanti**

). La polvere di gesso non contiene silice cristallina, che è relativamente tossica e può provocare silicosi o cancro ai polmoni. Tuttavia, come qualsiasi altro genere di polvere, può provocare broncopneumopatia cronica ostruttiva (COPD) [18].

Figura 1: uso di conchiglie come isolanti



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

Un esempio d'impiego di **materiali riciclati** sono i fiocchi di carta riciclata con funzione di isolanti. Possono essere applicati in pannelli, ma molto spesso si ricorre a fiocchi liberi che sono sparsi o spruzzati manualmente nelle intercapedini. Generalmente i fiocchi sono impregnati di acido borico all'8% (tetraborato di sodio) che funge da agente ignifugo e antimicrobico [14]. L'acido borico è stato classificato come reprotossico a livello di UE [19]. Ciò significa che questa sostanza è tossica per il sistema riproduttivo e, pertanto, dovrebbe essere evitata l'inalazione della polvere della carta. Analogamente, anche gli isolanti in lana di lino, utilizzati in pannelli o rivestimenti, possono essere impregnati di acido borico.

Come riempitivi per calcestruzzo o asfalto si utilizzano spesso ceneri leggere, asfalto riciclato dalle strade o detriti di edifici. Le ceneri leggere contengono metalli pesanti quali cadmio, mercurio, nichel e cromo. Inoltre possono contenere, come anche l'asfalto riciclato, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), alcuni dei quali sono cancerogeni [5, 9, 20].

Nei Paesi Bassi si è cercato di raggiungere accordi tra i produttori di materiali edili e i costruttori sull'utilizzo responsabile dei materiali riciclati nei prodotti edili [20]. I rischi potenziali per la salute dei lavoratori edili collegati all'impiego di materiali riciclati sono stati valutati attraverso uno "strumento di esame rapido" che combina i dati relativi ai pericoli per la salute dovuti ai contaminanti presenti nei

materiali riciclati (ossia i pittogrammi e le indicazioni di pericolo<sup>8</sup> attribuiti a tali contaminanti) con il contenuto (medio) stimato presente nei materiali riciclati. Il risultato è stato successivamente relazionato con l'esposizione stimata dei lavoratori alla polvere del materiale riciclato durante attività specifiche, considerata la principale via di esposizione. Un caso ha riguardato l'impiego di ceneri leggere provenienti da centrali a carbone nell'asfalto destinato alla costruzione di strade o nel calcestruzzo. Sebbene le principali situazioni di esposizione siano state riscontrate durante la produzione di calcestruzzo o asfalto e di miscele in caso di aggiunta di ceneri leggere, ossia fuori dai cantieri edili, i lavoratori nei cantieri sono stati esposti ai contaminanti presenti nella polvere generata da attività come trapanare, segare o fresare [20].

### **Le ceneri leggere nel calcestruzzo**

Solitamente, le concentrazioni di ceneri leggere nel calcestruzzo sono pari a circa il 5%. Le stime di 10 mg/m<sup>3</sup> di polvere di calcestruzzo come "caso peggiore di esposizione" durante, per esempio, la trapanatura di elementi in calcestruzzo hanno mostrato che, perfino in questo caso, l'esposizione ai metalli pesanti presenti nella polvere di calcestruzzo sarebbe di molto inferiore (< 3%) ai valori limite di esposizione professionale [20]. Tuttavia, dal momento che alcuni dei metalli presenti sono agenti cancerogeni genotossici, come il cromo VI, il nichel e il berillio, l'esposizione dovrebbe essere ridotta il più possibile.

**I prodotti a base di acqua** vengono spesso promossi come alternative "verdi" alle pitture, agli adesivi, agli agenti impermeabilizzanti e agli oli per casseforme<sup>9</sup> a base di solventi. L'impiego di tali prodotti riduce di molto l'esposizione a composti organici volatili. Nei prodotti convenzionali a base di solventi si utilizzano miscele di idrocarburi alifatici, e a volte aromatici, la maggior parte dei quali può essere neurotossica nonché irritante per le vie aeree e la pelle [21, 22]. Tuttavia, per prevenire la crescita di microrganismi i prodotti a base di acqua contengono biocidi, che generalmente non sono volatili e pertanto non determinano facilmente un'esposizione per inalazione. Tuttavia, alcuni possono provocare malattie allergiche della pelle [3, 22, 23]. D'altro canto, la ricerca nei Paesi Bassi non ha evidenziato un aumento di tali patologie a seguito dell'introduzione per legge dell'obbligo di utilizzare pitture a base di acqua al posto di quelle a base di solventi per i lavori interni di tinteggiatura [22]. La ricerca ha mostrato che le allergie ai biocidi si originano frequentemente dall'esposizione ai saponi o ai cosmetici e possono essere erroneamente diagnosticate come allergie provocate dall'esposizione a pitture o adesivi a base di acqua [22].

In un edificio "verde" è possibile trovare un compromesso tra la riduzione delle emissioni a lungo termine per tutelare i futuri occupanti degli edifici e la riduzione delle emissioni a breve termine che possono provocare danni alla salute dei lavoratori edili [22]. I prodotti "verdi" come le pitture "naturali" a base di olio di semi di lino determinano l'esposizione a terpeni volatili che possono essere irritanti relativamente forti o persino sensibilizzanti [22].

**I nanomateriali**, infine, sono sempre più utilizzati nell'edilizia. Alcuni esempi di caratteristiche "verdi" attribuite al loro impiego sono l'applicazione di nanorivestimenti che riducono il bisogno di manutenzione e l'impiego di riempitivi su scala nanometrica nel calcestruzzo. Questi ultimi conferiscono un'ultraresistenza al calcestruzzo, permettendo così la costruzione di muri o ponti più sottili e leggeri [24]. In un cantiere, i lavoratori sono stati esposti a nanoparticelle durante la preparazione e la miscelazione di tali materiali, sebbene la trapanatura del calcestruzzo finito non abbia comportato l'esposizione a nanoparticelle "libere" [25].

<sup>8</sup> Pittogrammi di pericolo e indicazioni di pericolo di cui al regolamento n. 1272/2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, che sostituisce i precedenti pittogrammi di pericolo e le frasi relative ai rischi di cui alla direttiva 67/548/CEE.

<sup>9</sup> Gli oli per casseforme sono utilizzati nelle gettate di cemento.

### 2.2.2 Nuove tecnologie "verdi"

Le tecnologie "verdi" nell'edilizia sono principalmente legate ai sistemi per l'approvvigionamento energetico o idrico, alla riduzione dei rifiuti, a un impiego più efficiente dei materiali e alla riduzione delle emissioni.

Circuiti separati di acqua ("tubatura doppia"), docce a basso flusso e toilette con scarico ridotto limitano il consumo di acqua pulita e non sembrano introdurre nuovi rischi per la SSL. Lo stesso vale per i sistemi di raccolta dell'acqua piovana in cui confluisce l'acqua di scolo dal tetto [4]. L'installazione di sistemi per l'approvvigionamento di energia rinnovabile come i pannelli solari e le piccole turbine eoliche combina i rischi legati al lavoro in luoghi sopraelevati, alla movimentazione manuale, quelli elettrici ed eventualmente altri rischi come l'esposizione alla polvere o a temperature elevate. È possibile trovare ulteriori informazioni sui rischi per la SSL associati all'energia solare ed eolica negli E-facts specifici nonché nelle liste di controllo per l'identificazione dei pericoli [3, 26].

**La produzione fuori dal cantiere** di elementi edilizi come le pareti prefabbricate in calcestruzzo porta a un minore lavoro di "produzione" e un maggiore lavoro di "assemblaggio" nei cantieri. Ciò può implicare un uso più efficiente delle risorse e maggiori opportunità di prevenzione delle emissioni nell'ambiente. Analogamente, nei cantieri può essere ridotta l'esposizione a sostanze pericolose come la malta fresca di cemento e gli agenti presenti nelle emissioni del calcestruzzo, l'esposizione al rumore nonché il carico di lavoro fisico per le gettate di calcestruzzo (posizionamento delle casseforme e degli apparecchi per le gettate e movimentazione di dispositivi che emettono vibrazioni). Tuttavia, anche l'assemblaggio di pareti prefabbricate di calcestruzzo può comportare un forte carico di lavoro fisico. Inoltre, può richiedere l'impiego di materiali sigillanti o adesivi pericolosi, inclusi materiali sigillanti contenenti isocianati oppure adesivi epossidici bicomponenti, che sono forti sensibilizzanti [27]. Se progettati in modo ottimale, gli elementi prefabbricati possono ridurre la necessità di operazioni quali la trapanatura, limitando in tal modo l'esposizione alla silice cristallina, al rumore e alle vibrazioni. Per esempio, è possibile realizzare le scanalature dei condotti in fabbrica anziché nei cantieri [28]. Anche la tinteggiatura di porte, scale e telai delle finestre fuori dal cantiere, in condizioni più "controllate" rispetto al cantiere stesso, è in crescita e riduce l'esposizione a composti organici volatili presenti all'interno di quest'ultimo.

Le nuove **tecnologie di demolizione e separazione dei rifiuti** per il reimpiego e il riciclaggio solitamente fanno in modo che i materiali di scarto riciclabili come la plastica, il legno e il metallo siano separati manualmente e accumulati in contenitori in loco [7, 29]. In alcuni casi, i materiali assemblati devono essere smantellati pezzo per pezzo prima della separazione. I lavoratori edili di cantieri "verdi" degli USA hanno riferito una movimentazione di materiali "da due a tre volte maggiore" rispetto ai cantieri edili tradizionali [4]. Ciò comporta un più forte carico di lavoro fisico nonché maggiori rischi di sforzi, scivoloni, cadute, distorsioni, perforazioni e colpi da parte di oggetti [4, 5, 30].

Uno studio pilota condotto su un progetto universitario di edilizia "verde" negli USA ha evidenziato che il programma di riciclaggio di materiali edili ha aumentato i rischi cui sono esposti i lavoratori. Un esempio di incidente ha riguardato la perforazione con un chiodo del piede di un lavoratore che stava separando i pallet di legno per il riciclaggio [11]. Sebbene incidenti di questo genere avvengano anche nei cantieri edili convenzionali, la separazione dei rifiuti in cantiere sembra provocare un aumento del rischio. I rappresentanti delle imprese edili intervistati hanno osservato che la movimentazione aggiuntiva del materiale nel cantiere "potrebbe" essere fonte di preoccupazione per la sicurezza del lavoratore [11]. Un altro aspetto negativo menzionato è la congestione creata dai molteplici cassonetti per il riciclaggio, che ostacolano la libera circolazione dei mezzi pesanti che trasportano i materiali edili [4]. Si potrebbe supporre che tale impedimento alla circolazione possa generare un aumento delle emissioni di scarico dei motori diesel nel cantiere, vista la presenza per periodi più lunghi di veicoli a motore acceso. Inoltre, è stato notato che in tali circostanze il rischio di incidenti aumenta a volte a causa del fatto che i carrelli elevatori sono costretti a eseguire manovre in spazi ristretti [5]. D'altra parte, i lavoratori di un cantiere "verde" statunitense in cui si effettuava la raccolta differenziata dei rifiuti e il loro riciclaggio hanno parlato di cantieri più "puliti". Secondo i lavoratori, ciò ha altresì ridotto il rischio di scivoloni, inciampate o cadute [4].

Il maggior impiego di materiali isolanti nell'edilizia "verde" può portare, per esempio, a una più elevata esposizione alle fibre minerali artificiali durante le attività di demolizione [14], che sono forti irritanti per le vie aeree, gli occhi e la pelle. Si può ipotizzare che la separazione dei rifiuti nei cantieri aumenti anche l'esposizione a tali sostanze nonché alla polvere di silice e a imballaggi contaminati con residui, per esempio, di pitture e adesivi.

Al fine di agevolare la separazione dei materiali e il riciclaggio dei rifiuti provenienti dalle demolizioni edili, le organizzazioni promotrici dell'edilizia "verde" raccomandano di non utilizzare adesivi e sigillanti o, per esempio, di non fissare i fogli bituminosi di rivestimento dei tetti mediante fusione al fine di evitare che diversi tipi di materiale si leghino irreversibilmente [16]. Al contrario, un'attenta progettazione o l'impiego di strisce di gomma può ovviare all'uso di sigillanti nelle guarnizioni tra le pareti. Analogamente, è possibile utilizzare ghiaia o piastrelle per fissare i fogli bituminosi di rivestimento dei tetti invece di ricorrere alla fusione o all'impiego di adesivi. Tuttavia, il ricorso a tale alternativa può comportare il passaggio da un'esposizione a sostanze chimiche (adesivi, fumo del bitume) a un forte carico di lavoro fisico dovuto alla movimentazione di pesanti carichi di piastrelle o ghiaia.

Un esempio che mostra la potenziale sinergia tra considerazioni ambientali e in materia di SSL ha riguardato l'impiego di pietre per pavimentazioni permeabili. È ragionevole attendersi che le pietre per pavimentazioni permeabili, concepite in primo luogo per permettere all'acqua di penetrare, eliminando in questo modo la necessità di realizzare un sistema per le acque piovane in loco [4], abbiano un peso inferiore rispetto alle pavimentazioni convenzionali permettendo così di ridurre il carico di lavoro fisico.

### 2.2.3 Nuove progettazioni "verdi"

Gli elementi di progettazione "verde" segnalati come causa di rischi per la SSL includono lucernari e atri, che hanno la funzione di fornire luce naturale [4, 5]. La loro costruzione richiede un maggiore uso di impalcature che rappresentano uno dei principali fattori di rischio di cadute nel settore edile [5, 30, 31]. In un cantiere pilota negli Stati Uniti è stato costruito un grande atrio al centro di un alto edificio (di quattro piani). Inoltre, i lucernari non sono solitamente concepiti per sopportare carichi pesanti e non hanno parapetti che proteggono i lavoratori dalle cadute. Infine, la progettazione degli atri può prevedere grandi pannelli di vetro, possibilmente difficili da trasportare [5].

Un'altra tendenza nell'edilizia "verde" è la costruzione di edifici più leggeri che permette di risparmiare risorse (naturali) riducendone la quantità necessaria per la produzione dello stesso materiale edile. Per esempio, per i lavori di muratura vengono utilizzati mattoni più sottili, che hanno un peso inferiore [16]. L'impiego di tali mattoni può ridurre il carico di lavoro fisico dei muratori.

L'impiego dei doppi vetri o di altri tipi di vetro altamente isolanti, solitamente più pesanti dei vetri convenzionali, è più comune negli edifici "verdi". Le finestre tradizionali di 4mm di spessore hanno un peso approssimativo di 10 kg/m<sup>2</sup>, mentre le finestre con doppi vetri della stessa dimensione pesano circa il doppio.

Per quanto concerne gli aspetti in materia di SSL del rivestimento "verde" dei tetti, ossia la copertura parziale degli stessi con piante, non sono state trovate informazioni in letteratura. Tuttavia, una questione problematica potrebbe riguardare il forte carico di lavoro fisico relativo al trasporto manuale della sabbia o della terra. Inoltre, il contatto della pelle con le piante può, in casi specifici, dare luogo a reazioni cutanee irritanti e allergiche e, in caso di attività di manutenzione, può verificarsi l'inalazione di muffe ed endotossine presenti sulle foglie morte. Infine, può aumentare il lavoro in luoghi sopraelevati, con i relativi rischi di caduta, dal momento che è necessaria un'adeguata manutenzione circa due o tre volte l'anno [32].

## 2.3 Organizzazione del lavoro

Le imprese edili si differenziano tra loro sotto molteplici punti di vista, tra cui la cultura e le prestazioni in materia di sicurezza, indipendentemente dal fatto che uno specifico progetto edile sia o meno "verde". In un'indagine condotta su 86 progetti edili "verdi" e "non verdi" è emersa una differenza statisticamente significativa tra le prestazioni in materia di sicurezza degli *appaltatori* che vi hanno preso parte e di quelli che non l'hanno fatto [11].

Non si evidenziano né sono state descritte in letteratura chiare differenze in termini di contratti di subappalto, organizzazione del lavoro e forza lavoro tra costruttori impegnati in progetti "verdi" e quelli impegnati in progetti "non verdi".

Il subappalto del lavoro edile sta diventando sempre più comune. Molto spesso il lavoro edile è di natura sporadica con la conseguente richiesta solo temporanea di lavoratori. Le imprese specializzate

e i loro dipendenti sono assunti per eseguire il lavoro nel modo migliore, più veloce e, solitamente, più economico. Quindi, quando i datori di lavoro assumono gli appaltatori, questi ultimi a loro volta possono assumere subappaltatori, dando vita a una catena di imprese. La maggior parte delle volte il lavoro viene eseguito nel luogo in cui l'appaltatore principale è impegnato. Ciò ha delle implicazioni per la sicurezza e la salute dei lavoratori interessati [33]. I problemi relativi alle prestazioni in materia di sicurezza e salute degli appaltatori possono venire aggravati dalla mancanza di una forza lavoro qualificata e con esperienza. Tale aspetto è particolarmente importante nel contesto del numero sempre crescente di progetti di edilizia "verde" che i lavoratori non qualificati possono percepire come opportunità lavorative. Anche le imprese edili potrebbero essere attratte da tali opportunità ma, a causa delle impellenti scadenze di realizzazione, è possibile che non dedichino del tempo alla formazione dei lavoratori sui rischi specifici associati alle tecniche dell'edilizia "verde". Inoltre, molti subappaltatori sono micro o piccole imprese che tendono ad avere minore esperienza e sensibilità in materia di SSL nonché risorse più trascurabili da dedicarvi, oltre a essere oggetto di ispezioni con minor frequenza [34]. Tali circostanze comportano una minore sicurezza dell'ambiente di lavoro. Inoltre, nel caso di lavoratori migranti, questa situazione potrebbe condurre al lavoro illegale, in cui i lavoratori hanno un accesso limitato ai sindacati e ad altre forme di rappresentanza collettiva nonché a organizzazioni che possono promuovere una salute e sicurezza migliori insieme a sistemi più adeguati per la gestione del rischio [34]. Ciò vale, persino in misura maggiore, anche per i cantieri edili "verdi", dal momento che gli appaltatori e i subappaltatori devono operare con materiali e tecnologie o in situazioni differenti rispetto alle normali attività edilizie. Pertanto, in fase di valutazione dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori è essenziale affrontare pienamente i pericoli tradizionali e individuare quelli potenzialmente nuovi, associati agli elementi di progettazione "verde", ed eliminare i pericoli o minimizzare i rischi [3].

### 3 Prevenzione

La normativa dell'UE e degli Stati membri richiede ai datori di lavoro di effettuare valutazioni del rischio e di definire strategie di prevenzione secondo la "gerarchia dei controlli" [35]. È necessario adottare misure per il controllo dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori agendo il più possibile alla fonte del rischio. Ciò vale anche per i progetti di edilizia "verde". Inoltre, è necessario coinvolgere le principali parti interessate, gli appaltatori e i subappaltatori, ivi compresi i relativi lavoratori, al fine di assicurare il giusto coordinamento delle misure di sicurezza e tutela della salute sul lavoro nei cantieri. In generale, eliminare i pericoli sin nella fase di progettazione rappresenta la più efficace strategia di prevenzione [10]. A tale scopo i progettisti, gli architetti e i produttori di materiali edili sono partner fondamentali che possono in molti casi avvertire la necessità di avere informazioni e sostegno ai fini della scelta dei materiali e delle tecniche atti a ridurre i pericoli e i rischi professionali, con dei vantaggi sia per l'ambiente sia per i lavoratori. Pertanto, è stata avanzata l'ipotesi di realizzare un elenco di suggerimenti di progettazione per aiutare gli architetti ad aprirsi al concetto di "prevenzione attraverso la progettazione" [36].

La lista di controllo per l'identificazione dei pericoli <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building/view> che accompagna il presente numero di E-facts contiene informazioni pratiche relative alla prevenzione.

### Riferimenti

- [1] US Environmental Protection Agency, Green building basic information, 2009. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm>.
- [2] UNEP (Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente), Green jobs: towards decent work in a sustainable, low-carbon world, Nairobi, UNEP, 2008. Disponibile al seguente indirizzo: [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] OIL (Organizzazione internazionale del lavoro), Promoting safety and health in a green economy, World day for safety and health at work, 28 April 2012, ILO, 2012. Disponibile al seguente indirizzo: [http://www.ilo.org/safework/info/video/WCMS\\_175600/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/safework/info/video/WCMS_175600/lang--en/index.htm).



- [4] Gambatese, J. A., Rajendran, S. e Behm, M. G., "Green design & construction: Understanding the effects on construction worker safety and health", *Professional Safety*, Vol. 52, n. 5, 2007, pagg. 28–35.
- [5] Chen, H., *Green and healthy jobs*, Centre for Construction Research and Training, 2010. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.cpwr.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, n. 1, 2011, pagg. 1–12.
- [7] BRE, BREEAM new construction, non-domestic buildings, Technical manual SD5073, BRE Global Ltd, 2011.
- [8] Renner, M., Sweeney, S. & Kubit, J., *Green jobs: Working for people and the environment*, Worldwatch Report 177, Washington, DC, 2008.
- [9] NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health), Summary of the Making green jobs safe workshop, 14–16 dicembre 2009, Washington, DC, 2011. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-201/pdfs/2011-201.pdf>.
- [10] Schulte, P. A., Heidel, D. Okun, A. & Branche, C., "Making green jobs safe (editorial)", *Industrial Health*, Vol. 48, 2010, pagg. 377–379.
- [11] Rajendran, S., Gambatese, J. A. & Behm, M. G., "Impact of green building design and construction on worker safety and health", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 135, n. 10, 2009, pagg. 1058–1066.
- [12] Las Vegas Sun, "Construction deaths: fatal construction accidents on The Strip - Pace is the new peril", 2008. Disponibile al seguente indirizzo: <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, n. 107, 2009. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.hazards.org/greenjobs/greencollared.htm>.
- [14] FNV Bouw, Working with insulation materials [in olandese], Woerden, Paesi Bassi, FNV Bouw, 2010.
- [15] Direttiva 2004/37/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2004, sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro. Disponibile al seguente indirizzo: <http://osha.europa.eu/en/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, Paesi Bassi, 2012. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.icdubo.nl>.
- [17] Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC, International Agency for Research on Cancer e Organizzazione mondiale della sanità (OMS), Silica and some silicates, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Volume 68, IARC e WHO, Lione, 1997. Disponibile al seguente indirizzo: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/volume68.pdf>.
- [18] Cherrie, J., van Tongeren, M. & Tran, L. "Occupational exposure limits for dusts", Presentazione nel corso della conferenza del 2012 della British Occupational Hygiene Society (BOHS), Occupational Hygiene 2012, 24–26 aprile 2012, Cardiff, Galles. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.bohs.org/oh2012/presentations/>.
- [19] Centro comune di ricerca, banca dati ESIS, 2012. Disponibile al seguente indirizzo: <http://esis.jrc.ec.europa.eu>.
- [20] Jongen, M., Visser, R. & Zwetsloot, G., *Proeftuin secundaire bouwgrondstoffen*, TNO Arbeid, Hoofddorp, Paesi Bassi, 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, n. 6, 1995, pagg. 783–794.

- [22] Terwoert, J., van Raalte, A. T. & Zarkema, J. W., Health effects of water-based products used in the painting sector [in olandese], Chemiewinkel University of Amsterdam/Arbouw, Amsterdam, Paesi Bassi, 2002.
- [23] Riala, R., Chemical use and self-reported health effects among Finnish house painters, 5<sup>a</sup> conferenza scientifica internazionale dell'IOHA, 10-14 giugno 2002, Bergen, Norvegia. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.nyf.no/bergen2002/program/monday.htm>.
- [24] Cornelissen, R., Terwoert, J. & van Broekhuizen, F., Nanotechnology in the Dutch construction industry (in olandese), Harderwijk/Amsterdam, Arbouw/IVAM, 2011.
- [25] Van Broekhuizen, P., van Broekhuizen, F. Cornelissen, R. & Reijnders, L., "Use of nanomaterials in the European construction industry and some occupational health aspects thereof", Journal of Nanoparticle Research, pubblicato online l'11 gennaio 2011. Disponibile al seguente indirizzo:  
[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 (Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro), Green jobs and occupational safety and health: Foresight of new and emerging risks associated with new technologies by 2020, 2013. Disponibile al seguente indirizzo:  
<https://osha.europa.eu/en/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. & Terwoert, J., "Epoxy resins in the construction industry", Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1076, 2006, pagg. 429–438.
- [28] Arbouw, Kwartsstof te lijf [Tackle silica dust], Amsterdam, Stichting Arbouw, 2010. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.arbouw.nl/pdf/specials/kwartsstof-te-lijf-wg>.
- [29] Heesen, Th.J., Sustainable and healthy building – experiences in a construction project [in olandese], Amsterdam/Woerden, Paesi Bassi, Chemiewinkel UvA/FNV Bouw, 1995.
- [30] Gambatese, J. A. & Behm, M. G., "Making «green» safe", PtD in Motion, n. 5, 2009, pagg. 8-9 . Disponibile al seguente indirizzo: <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. Disponibile al seguente indirizzo: <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. Disponibile al seguente indirizzo: <http://www.groendak.info/doe-het-zelf-met-sedum/aanleg-en-onderhoud>.
- [33] EU-OSHA (Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro), Promoting occupational safety and health through the supply chain, 2012. Disponibile al seguente indirizzo:  
[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. & 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] Direttiva 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro. Disponibile al seguente indirizzo:  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/employment\\_and\\_social\\_policy/health\\_hygiene\\_safety\\_at\\_work/c11113\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/health_hygiene_safety_at_work/c11113_en.htm).
- [36] Behm, M., "Rapporteur's report: Construction sector", Journal of Safety Research, Vol. 29, 2008, pagg. 175–178.

## Approfondimenti

Biblioteca dei materiali edili sostenibili: [www.rematerialise.org](http://www.rematerialise.org).

Prevenzione attraverso la progettazione sul sito Internet del NIOSH: <http://www.designforconstructionsafety.org/>.

Dal sito EU-OSHA:

- relazione *Green jobs and occupational safety and health: Foresight of new and emerging risks associated with new technologies by 2020*, 2013. Disponibile al seguente indirizzo: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/summary-green-jobs-and-occupational-safety-and-health-foresight-on-new-and-emerging-risks-associated-with-new-technologies-by-2020>
- liste di controllo per l'identificazione dei pericoli per la SSL associati all'edilizia verde, disponibile al seguente indirizzo: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-71-hazard-identification-checklist-occupational-safety-and-health-issues-associated-with-green-building>
- E-facts in materia di SSL e applicazioni dell'energia solare su scala ridotta, disponibile al seguente indirizzo: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications>
- liste di controllo per l'identificazione dei pericoli per la SSL e applicazioni dell'energia solare su scala ridotta, disponibile al seguente indirizzo: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/e-fact-69-hazard-identification-checklist-osh-risks-associated-with-small-scale-solar-energy-applications/view>
- E-facts in materia di SSL nel settore dell'energia eolica (in fase di elaborazione)
- liste di controllo per l'identificazione dei pericoli per la SSL nel settore dell'energia eolica (in fase di elaborazione)
- relazione di valutazione dello stato dell'arte in materia di SSL nel settore dell'energia eolica (in fase di elaborazione).