



POLITECNICO DI TORINO  
Repository ISTITUZIONALE

INVOLUCRI VERDI: una tecnologia sostenibile? GREEN ENVELOPE: a sustainable technology?

*Original*

INVOLUCRI VERDI: una tecnologia sostenibile? GREEN ENVELOPE: a sustainable technology? / Montacchini E.. - In: ATTI E RASSEGNA TECNICA. - ISSN 0004-7287. - STAMPA. - LXVI 1-2-3(2012), pp. 76-81.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2500701 since: 2016-03-10T11:26:11Z

*Publisher:*

Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

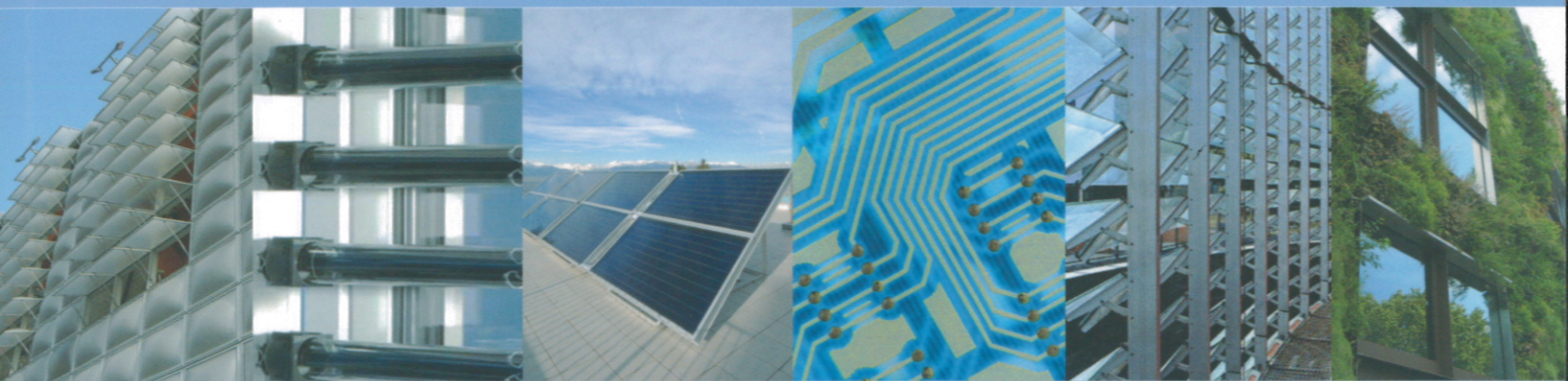
*Publisher copyright*

default\_article\_editorial

-

(Article begins on next page)

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867  
**A&RT**



**Innovazione tecnologica sostenibile in edilizia**

***Technological innovation for sustainable building***

**ATTI E RASSEGNA TECNICA**  
DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

Anno 145

**LXVI-1-2-3**

NUOVA SERIE

APRILE-GIUGNO 2012

# ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE - ANNO LXVI - Numero 1-2-3 - APRILE-GIUGNO 2012

*Direttore*

Carla Barovetti

*Segretario*

Davide Rolfo

*Tesoriere*

Claudio Vaglio Bernè

*Art Director*

Riccardo Franzero

*Comitato di redazione*

Domenico Bagliani, Alessandro De Magistris, Guglielmo Demichelis, Marco Filippi, Alessandro Martini, Paolo Picco, Costanza Roggero, Valerio Rosa, Andrea Rolando, Mauro Sudano, Mauro Volpiano

*Sede*

Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

Corso Massimo d'Azeglio 42, 10123 Torino, telefono 011 - 6508511 - [www.siat.torino.it](http://www.siat.torino.it)

ISSN 0004-7287

Periodico inviato gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.



Questo numero di «A&RT» pubblica gli atti del ciclo di incontri Innovazione tecnologica sostenibile in edilizia svolti presso il Salone d'Onore del Castello del Valentino, Facoltà di Architettura – Politecnico di Torino nei giorni 23, 30 marzo, 6, 13, 20 aprile 2011, organizzato dalla Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino e da ITAC – Dottorato di ricerca in Innovazione Tecnologica per l'Ambiente Costruito del Politecnico di Torino

#### **con il patrocinio di**

Regione Piemonte

Provincia di Torino

Città di Torino

Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Torino

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino

Green Building Council Italia

Collegio Costruttori Edili – ANCE Torino

#### **con il contributo di**

Artemide

Building Intelligence Group

E++

Fresia Alluminio

Gyproc Saint Gobain

Intesa SanPaolo

Knauf

Lavazza

OnLeco

Autodesk – Pico

Recchi Ingegneria e Partecipazione

Rockwool

Solesa

Unopor

#### **media partner**

Il Giornale dell'Architettura

Modulo

Cura del numero: Marco Filippi con Enrico Fabrizio.

**SOMMARIO**  
**SUMMARY**

Carla Barovetti	Editoriale <i>Editorial</i>	pag. 9
<b>LA COSTRUZIONE SOSTENIBILE CERTIFICATA</b> <b>CERTIFIED SUSTAINABLE BUILDING</b>		
Daniele Guglielmino	Introduzione <i>Foreword</i>	pag. 14
Marco Filippi, Valeria Branciforti	Green Building e Green Washing <i>Green Building and Green Washing</i>	pag. 15
Andrea Moro	ESIT: il processo di certificazione nazionale Protocollo Itaca <i>ESIT: the Italian National certification process Protocollo Itaca</i>	pag. 22
Alessandro Speccher	I protocolli LEED® per la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici e la loro introduzione in Italia <i>I protocolli LEED® per la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici e la loro introduzione in Italia</i>	pag. 25
Daniele Guglielmino	Green buildings: processo integrato e nuove professioni <i>Green buildings: integrated process and new professionals</i>	pag. 32
Marco Carone, Vincenzo Diego Cutugno	Responsabilità professionali per la sostenibilità certificata <i>Professionals responsibility for sustainable building certification</i>	pag. 38
Paolo Corradini	Un edificio LEED®: il nuovo Centro Direzionale Lavazza <i>A LEED® building: the new Lavazza Headquarter</i>	pag. 44
<b>L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA PER GLI INVOLUCRI EDILIZI.</b> <b>PRODOTTI, SISTEMI, CASI DI STUDIO</b> <b>TECHNICAL EVOLUTION OF BUILDING ENVELOPES.</b> <b>PRODUCTS, SYSTEMS AND CASE STUDIES</b>		
Valentina Serra	Introduzione <i>Foreword</i>	pag. 52
Marco Perino, Lorenza Bianco	Il ruolo dell'involucro nell'edificio a basso consumo energetico <i>The role of energy-efficient building envelope</i>	pag. 53
Valentina Serra, Lorenza Bianco	Involucri opachi e trasparenti di ultima generazione: prestazioni energetiche e soluzioni tecniche <i>Next generation building envelope components: energy performance and technical solution</i>	pag. 61
Gabriele Masera	Le tecnologie struttura/rivestimento per l'efficienza energetica <i>Structure/envelope technologies for energy efficient buildings</i>	pag. 69
Elena Montacchini	Involucri verdi: una tecnologia sostenibile <i>Green envelope: a sustainable technology</i>	pag. 76
Roberto Giordano	Il ruolo dei materiali dell'involucro edilizio tra certificazione di prodotto e nuove direttive nel settore dell'efficienza energetica <i>The environmental assessment of building materials with regards to Product Labels and European Directive concerning the energy efficiency in the building sector</i>	pag. 82
Massimiliano Fadin	Il futuro dei serramenti in alluminio <i>The future of aluminum frames</i>	pag. 90
Claudio Perino	Un caso di studio: edificio di legno con utilizzo di PCM: P.U.E.L.L. <i>A case study: a wood building with PCM: P.U.E.L.L.</i>	pag. 97
Stefano Cremona, Carlo Micono	Involucri trasparenti e schermature solari ad alto contenuto tecnologico: l'approccio integrato al progetto <i>Advanced transparent envelopes and solar shadings: the integrated approach in building design</i>	pag. 103

**L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA  
PER I SISTEMI ENERGETICI E GLI IMPIANTI  
TECHNICAL INNOVATION FOR PRIMARY AND SECONDARY SYSTEMS**

Marco Filippi	Introduzione <i>Foreword</i>	pag. 114
Luca Stefanutti	Gli impianti per gli edifici sostenibili <i>HVAC for sustainable building</i>	pag. 115
Massimiliano Scarpa	Impianti a radiazione per il riscaldamento e il raffrescamento <i>Radiant panels for heating and cooling</i>	pag. 121
Michele Vio	Le prestazioni delle pompe di calore <i>The heat pumps performances</i>	pag. 128
Marco Beccali	Prospettive di sviluppo degli impianti solari termici <i>Advances on solar thermal system</i>	pag. 144
Stefano Fissolo, Serena Damiano, Alice Morra, Marco Rinaldi	Prospettive di sviluppo degli impianti solari fotovoltaici <i>Advances on photovoltaic systems</i>	pag. 151
Gianluca Dho	La sfida della domotica <i>The challenge of home automation</i>	pag. 158

**L'EFFICIENZA ENERGETICA E LA QUALITÀ AMBIENTALE  
DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE  
ENERGY EFFICIENCY AND INDOOR QUALITY  
OF THE EXISTING BUILDINGS**

Stefano Paolo Corgnati	Introduzione <i>Foreword</i>	pag. 164
Vincenzo Corrado	Stato attuale della normativa nazionale e regionale in tema di contenimento dei consumi energetici in edilizia <i>Current status of national and regional legislation regarding reduction of energy consumption in buildings</i>	pag. 165
Lorenzo Balsamelli	La diagnosi e la contabilizzazione energetica nell'edilizia residenziale <i>Energy audit and accounting in residential buildings</i>	pag. 172
Mauro Tricotti	Gli interventi per l'isolamento termico degli edifici esistenti <i>Thermal insulation of existing buildings</i>	pag. 181
Stefano Paolo Corgnati	Il monitoraggio energetico e ambientale del patrimonio edilizio esistente <i>Energy and indoor environment monitoring of existing building stock</i>	pag. 187
Roberto Gerbo	Sistema di monitoraggio e interventi per la riduzione dei consumi energetici nei siti bancari <i>Monitoring and actions to reduce energy consumption in banks</i>	pag. 194
Giovanni La Bella, Paolo Strada, Attila Oldano	Efficientamento energetico dei palazzi uffici eni <i>Energy retrofitting of the eni office buildings</i>	pag. 202
Piero Bozza	ICT per l'energia: il progetto WiFi4Energy del Politecnico di Torino <i>Information and Communication Technologies applied to energy management: the WiFi4Energy project at Politecnico di Torino</i>	pag. 211
Barbara Conti, Valeria Branciforti	La responsabilità energetico-ambientale di una grande industria: le azioni per la riqualificazione del patrimonio immobiliare esistente e i nuovi progetti di Lavazza S.p.A. <i>The energy and environmental responsibility of a big firm: retrofit actions on the existing building stock and new projects of Lavazza S.p.A</i>	pag. 220

**I NUOVI APPROCCI AL PROGETTO EDILIZIO**  
**NEW APPROACHES TO BUILDING DESIGN**

Enrico Fabrizio	Introduzione <i>Foreword</i>	pag. 230
Riccardo Balbo	La progettazione parametrica: la genetica dell'architettura o fashion digitale? <i>Parametric design: architecture genetic or digital fashion?</i>	pag. 231
Massimiliano Lo Turco, Anna Osello	Il Building Information Modeling (BIM) e l'interoperabilità delle informazioni <i>Building Information Modeling (BIM) and data interoperability</i>	pag. 238
Graziano Lento	Esempi di progettazione sostenibili con il BIM <i>BIM for sustainable buildings</i>	pag. 248
Filippo De Rossi, Nicola Bianco, Giuseppe Peter Vanoli, Fabrizio Ascione, Gianluca Turni	Il calcolo delle prestazioni per i componenti di involucro innovativi <i>The energy performance evaluation of innovative building envelopes</i>	pag. 252
Enrico Fabrizio	L'Energy Modelling <i>The Energy Modelling</i>	pag. 263
Alberto Altavilla, Fabio Favoino	Esempi di progettazione energetica assistita da computer: modellazione dinamica e fonti rinnovabili per il Parco del Karakorum <i>Energy simulations for building design: dynamic simulation and renewable sources for Karakorum Park</i>	pag. 271
Anna Pellegrino	Limiti e prospettive della progettazione illuminotecnica assistita da computer <i>Drawbacks and perspectives of the use of computer simulations in lighting design</i>	pag. 281
Arianna Astolfi, Alessia Griginis	Limiti e prospettive della progettazione acustica assistita da computer <i>Limits and perspectives of computer-assisted acoustic design</i>	pag. 290
<b>INFORMAZIONE PUBBLICITARIA</b> <b>COMMERCIAL INFORMATION</b>		
Edoardo Cignoni	Sistema comfort acustico	pag. 299
Luigi Semino	Gyproc fa respirare la tua casa	pag. 301

## Involucri verdi: una tecnologia sostenibile? *Green envelope: a sustainable technology?*

ELENA MONTACCHINI

Elena Montacchini, architetto, Ricercatore in Tecnologia dell'Architettura presso il Politecnico di Torino.

elena.montacchini@polito.it

L'utilizzo di superfici vegetali direttamente collocate sull'edificio può rappresentare una valida opportunità per inserire la natura all'interno degli spazi urbani. Da qui la grande attenzione che si sta rivolgendo verso l'applicazione del verde non soltanto sulla copertura, ma anche sulle pareti verticali. Il sistema tecnologico del verde verticale, infatti, sta suscitando sempre più l'interesse da parte delle amministrazioni pubbliche, degli enti di ricerca e delle aziende produttrici.

Attraverso la descrizione delle funzioni ambientali svolte dagli involucri verdi, la sintesi delle soluzioni tecnologiche attualmente disponibili, la verifica degli aspetti normativi, si sono volute mettere in evidenza le principali linee di ricerca e sperimentazione nel settore del verde verticale.

*Looking at the vertical walls of the existing building can represent a great opportunity to improve the green spaces within the urban areas.*

*Growing interest is focused on plant integration not only on building roofs, but in particular on vertical walls.*

*Public administration, research institutes and also manufacturing companies are looking with curiosity at this new sustainable technology.*

*Starting from green envelope environmental functionalities description, through the summary of main actual technologies, up to norms and regulations analysis, main research fields and experimental experiences have been below described.*

### 1. La vegetazione e l'involucro: dalle coperture alle pareti degli edifici

Dal punto di vista tecnologico, la vegetazione svolge un duplice ruolo nei confronti dell'ambiente. Da una parte rappresenta una fondamentale risorsa, e, come tale, è necessaria la sua salvaguardia; dall'altra rappresenta una vera e propria tecnologia, uno strumento in grado di modificare le condizioni dell'ambiente, se utilizzata in modo consapevole e strutturato.

La vegetazione come tecnologia per l'ambiente costruito trova, oggi, diverse applicazioni, differenti a seconda della scala di progetto, alcune ormai consolidate, altre di carattere sperimentale.

Possiamo, ad esempio, citare le barriere vegetali, adottate con l'obiettivo di ridurre l'inquinamento acustico, o l'applicazione di pavimentazioni inerbite, per mitigare il surriscaldamento di superfici urbane e facilitare il drenaggio delle acque meteoriche, o, ancora, l'utilizzo di specie vegetali per consolidare il terreno, attraverso le tecniche di ingegneria naturalistica. Quest'ultima applicazione sta trovando sempre una maggior diffusione anche in ambito urbano, in quanto consente di realizzare interventi a basso impatto ambientale, attraverso l'utilizzo piante vive o parti di esse come "materiali da costruzione", spesso in unione con altri materiali come pietra, terra, legno.



L'involucro edilizio, in questi ultimi anni, ha assunto un ruolo sempre più innovativo nel progetto.

La ricerca ha, infatti, portato all'utilizzo di nuovi materiali, di tecnologie sempre più performanti e di sperimentazioni anche di carattere formale, che hanno trasformato l'involucro in elemento chiave del progetto architettonico. L'involucro, infatti, non svolge più il solo ruolo di elemento separatore, di barriera, ma assume nuove potenzialità tecnologiche. Nell'involucro si sono concentrate funzioni e prestazioni diverse, sempre più innovative, in grado di ottimizzare le interazioni tra ambiente esterno e ambiente interno.

Dall'innovazione e dalla sperimentazione tecnologica su questi due temi progettuali, nasce l'involucro edilizio vegetale. Per quanto riguarda le coperture dell'edificio, le tecnologie, gli esempi realizzati, i dati sperimentali sulle prestazioni ambientali, sono già ampiamente diffusi e maturi, non soltanto a livello internazionale, ma anche in Italia<sup>1</sup>. Diverso è invece per l'applicazione di superfici vegetali sulle pareti verticali degli edifici, che rappresentano oggi un tema di grande interesse da parte di progettisti, aziende di settore, amministrazioni pubbliche ed enti di ricerca.

A partire dalle geniali sperimentazioni di Patrick Blanc, che realizza veri e propri arazzi vegetali verticali – come ad esempio il museo di Quai Branly, progettato da Jean Nouvel a Parigi – lo sviluppo di ipotesi tecnologiche sempre più efficaci, sul piano dell'integrazione delle specie vegetali nell'involucro, si sta diffondendo, presentando tuttavia ancora alcuni elementi di criticità.

## 2. Obiettivi e prestazioni del sistema tecnologico "parete verde"

Il verde come rivestimento di pareti esterne degli edifici, oltre ad avere forti implicazioni dal punto di vista estetico-ornamentale, costituisce anche un elemento importante dal punto di vista ambientale. Nel tessuto urbano è, inoltre, evidente come la percentuale di superfici verticali sia maggiore di quelle orizzontali, e come possa quindi risultare interessante studiare le potenzialità dell'impiego di pareti verdi.

Per cercare di dare una risposta sull'effettiva sostenibilità del sistema tecnologico "parete verde" e per indagare gli aspetti di criticità e le potenzialità legate a questa tecnologia, è necessario analizzare gli obiettivi funzionali e le prestazioni che tale sistema è in grado di offrire.

Le principali funzioni ambientali delle pareti verdi sono:

- mitigazione del fenomeno "isola di calore" e controllo del microclima;
- schermo alla radiazione solare e raffrescamento evaporativo;
- miglioramento della qualità dell'aria;
- mitigazione dell'inquinamento acustico;
- inserimento paesaggistico;
- funzione produttiva;
- funzione psicologica.

Queste prestazioni ambientali – che sono ormai riconosciute e consolidate da numerose ricerche scientifiche nazionali e internazionali per quanto riguarda le relazioni tra vegetazione e ambiente costruito – solo recentemente sono state valutate e studiate per la specifica funzione del verde verticale, e ad oggi, non disponiamo ancora di dati completi ed esaurienti.

Per quanto riguarda la funzione di mitigazione dell'"isola di calore" urbana, è riconosciuta una effettiva diminuzione delle temperature superficiali di pareti verticali vegetali, con conseguente contributo al miglioramento delle condizioni ambientali degli spazi esterni adiacenti agli edifici. Tale diminuzione, che può attestarsi anche intorno ai 10°C (Mazzali, 2010)<sup>2</sup>, determina, inoltre un evidente vantaggio sui consumi energetici legati alla climatizzazione.

L'effetto di schermo alla radiazione solare è influenzato dal rapporto di copertura, dalla densità fogliare (Zaiyri, 1999)<sup>3</sup> e dalle caratteristiche della specie vegetale (Lam, 2003)<sup>4</sup>.

Per quanto riguarda il miglioramento della qualità dell'aria, risultano interessanti alcuni studi che hanno approfondito il tema della qualità dell'aria indoor, verificando la possibilità di utilizzare le piante per ottenere un significativo abbattimento di composti organici volatili (VOC), quali formaldeide, toluene, tricloroetilene. Ad esempio, il muro vegetale attivo, NEDLAW Living Walls<sup>5</sup>, sfrutta la combinazione di parete verde e sistema di ventilazione meccanica per realizzare processi di biofiltraggio dell'aria, che avvengono grazie alla presenza di microrganismi che vivono in corrispondenza dell'apparato radicale delle piante.

Le pareti verdi possono, inoltre, offrire un contributo alla riduzione del rumore ambientale in ambito urbano attraverso prestazioni di riduzione acustica e mascheramento del rumore. Il controllo acustico è direttamente proporzionale allo spessore e alla densità del manto fogliare.

Gli aspetti legati alla mitigazione e riduzione dell'impatto sul paesaggistico del costruito sono, inoltre, importanti fattori da valorizzare, in relazione soprattutto a determinati contesti ambientali. L'impiego, ad esempio nel terziario, di sistemi che usano elementi naturali sugli involucri edilizi può migliorare significativamente l'immagine complessiva degli edifici, mitigare l'impatto visivo che le strutture industriali generano nel paesaggio, aumentare la presenza di aree verdi in zone antropizzate, oltre a consentire un significativo risparmio energetico, in particolare per quanto riguarda il surriscaldamento estivo.

La funzione produttiva delle pareti verdi, intese come veri e propri orti verticali, rappresenta una nuova occasione progettuale per le aree urbane. Un interessante progetto sperimentale, Urban Farming Food Chain<sup>6</sup>, è stato attuato nella città di Los Angeles, dove sono stati realizzati



Figure 1a, 1b. La vegetazione come tecnologia: applicazione nelle pavimentazioni permeabili (a), nelle palificate vive di sostegno (b).

Figura 2. Parete verde di Patrick Blanc, Museo di Quai Branly, Jean Nouvel, Parigi.

Figura 3. Il "giardino verticale" realizzato da Enel e dal Comune di Milano.

Figura 4. Parco MFO, Zurigo.

Figura 5. Modulo di parete verde Reviwall - Vivai Reviplant (Moncalieri, TO).

Figura 6. Prototipo di "Sistema Parete GRE\_EN\_S", Energethica, Torino 2011.

70.000 m<sup>2</sup> di pareti verdi destinati alla coltivazione, sfruttando anche spazi di risulta all'interno dell'area urbana, quali muri ciechi ed aree parcheggio. Questa iniziativa ha assunto un importante ruolo anche dal punto di vista sociale, in quanto attraverso la cura e la manutenzione delle aree verdi si è incoraggiata la collaborazione tra persone economicamente svantaggiate, offrendo opportunità di formazione e di coinvolgimento all'interno della comunità. Questa idea di "facciata commestibile", unita all'integrazione di elementi naturali nell'ambiente, offre, infatti, opportunità interessanti di sperimentazione nelle aree urbane.

La presenza del verde negli spazi urbani è sicuramente fondamentale anche per il benessere psicologico dell'uomo. Questi temi sono stati indagati da parte di psicologi, in particolare negli Stati Uniti, già da diversi anni. È stato dimostrato che la vista del verde riduce lo stress e il livello di paura e agisce in modo attivo nel provocare sentimenti positivi.

Diversi studi hanno correlato gli aspetti psicologici legati alla presenza di vegetazione all'interno di particolari ambienti, quali gli ambienti di lavoro o le strutture ospedaliere.

L'involucro edilizio deve essere in grado di integrare funzioni diverse, attraverso pacchetti tecnologici e soluzioni impiantistiche che possano rispondere ad esigenze di contenimento energetico, basso impatto ambientale, uso razionale delle risorse, esigenze ormai codificate e riconosciute anche a livello normativo.

Una sperimentazione in questa direzione è stata effettuata in un edificio della zona di Porta Ticinese a Milano. L'intervento, patrocinato da Enel e dal Comune di Milano, si sviluppa in un giardino verticale che ospita diverse specie vegetali. Il sistema viene alimentato attraverso un impianto di irrigazione automatizzato che impiega energia prodotta da moduli fotovoltaici collocati in prossimità della parete, permettendo, nel complesso, un risparmio di anidride carbonica annua. Questo intervento sfrutta quindi l'integrazione tra elementi naturali e sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili.

### 3. Tecnologie e strumenti per il progetto

La vegetazione utilizzata come rivestimento esterno di muri verticali non rappresenta una novità nella progettazione edilizia. Attraverso lo sviluppo di sistemi tecnologici sempre più "innovativi" sono stati superati tuttavia una serie di limiti che derivavano dalle soluzioni di tipo "tradizionale", quali l'utilizzo di specie rampicanti direttamente addossate al paramento esterno dell'edificio.

Oggi possiamo principalmente indicare due tipologie di pareti verdi.

La prima è costituita da specie vegetali rampicanti che crescono aggrappandosi a strutture di sostegno ancorate all'edificio, con l'apparato radicale posto in piena terra. Questa tipologia è già molto consolidata, sia attraverso

esempi di architetture realizzate sia attraverso prodotti per l'edilizia, quali elementi rigidi di materiali diversi o strutture tesate, quali cavi o reti.

Recenti sviluppi tecnologici consentono di realizzare vere e proprie coltivazioni verticali. Le pareti verdi propriamente dette, definite anche biomuro, muri viventi, giardini verticali, sono strutture realizzate in modo che la radicazione e lo sviluppo della vegetazione possa avvenire direttamente su superficie verticale.

Questa seconda tipologia, su cui si sta concentrando l'attenzione di progettisti e aziende, può essere classificata in base a diverse caratteristiche:

- substrato di coltura (fibra di cocco, feltro ecc.);
- specie impiegate (monocoltura o associazioni vegetali);
- collocazione (ambiente interno o esterno);
- sistema di circolazione dell'aria (attivo o passivo);
- presenza intercapedine retrostante (integrata all'edificio o aggiunta nell'inserimento successivo dei pannelli);
- sistema di aggancio;
- peso del pacchetto tecnologico impiegato;
- spessore;
- tipologia di superficie (modulare o continua).

In relazione a quest'ultima caratteristica, si sottolineano le due modalità differenti di realizzazione:

- sistemi a superficie di radicazione continua;
- sistemi a superficie di radicazione modulare.

I sistemi a radicazione continua vengono assemblati direttamente in cantiere, quindi non possono essere pre-vegetati in vivaio; questi sistemi presentano costi di impianto e manutenzione piuttosto elevati, ma permettono scelte compositive molto varie, attraverso la possibilità di effettuare disegni articolati con la vegetazione.

Il principio di questo sistema, si basa sul potere di assorbimento dell'acqua da parte di alcuni materiali e sulla capacità di alcune piante di sviluppare un apparato radicale superficiale, adattandosi al supporto. Generalmente sono realizzati attraverso l'utilizzo di un rivestimento in tessuto sintetico, su cui vengono praticati dei fori, dentro ai quali viene inserito il substrato e le piante, insieme all'indispensabile sistema di irrigazione.

Per evitare infiltrazioni di umidità all'interno dell'edificio, il sistema deve essere separato dal muro esterno attraverso l'utilizzo di opportuni elementi distanziatori, creando così un'intercapedine.

Il più famoso esempio è rappresentato dal *Mur Vegetal*<sup>®</sup> di Patrick Blanc.

A partire dal brevetto di Patrick Blanc, caratterizzato da un'unica superficie vegetata, si sono sviluppate altre soluzioni tecnologiche, con l'obiettivo di risolvere la problematica legata al "pronto effetto".

I sistemi a superficie di radicazione modulare sono, infatti,

realizzati attraverso moduli complanare di spessore, dimensione e materiali variabili.

Numerose aziende hanno sviluppato sistemi modulari prevegetati in vivaio; esiste ormai un vasto repertorio di brevetti accomunati proprio dalla modularità, che differiscono principalmente nelle dimensioni del modulo stesso e nei materiali impiegati nel pacchetto tecnologico.

Tra le altre caratteristiche di questi sistemi ricordiamo la trasportabilità, la velocità di posa in opera e la possibilità di sostituzione di singoli pannelli, in caso di manutenzione.

Per consentire una diffusione su larga scala della tecnologia del verde verticale, oltre agli aspetti di tipo tecnico ancora da approfondire, è importante che ne venga riconosciuto il valore come strumento di mitigazione e compensazione ambientale, attraverso l'emanazione di specifiche normative o attraverso sistemi di incentivazione.

In Italia non esiste una vera e propria regolamentazione del verde parietale.

A livello internazionale lo strumento normativo più interessante è rappresentato dall'esperienza della città di Berlino. Infatti, già nel 1980, la città di Berlino introduce un indice di valutazione e di promozione delle aree verdi, il BAF (*Biotope Area Factor*), che tiene conto sia di aree verdi sul suolo, sia in copertura e in verticale. Il BAF è applicabile a tutte le destinazioni d'uso (commerciale, residenziale, terziario) ed esplicita lo standard ecologico minimo che una nuova costruzione o una ristrutturazione deve garantire.

A livello nazionale, l'indice RIE (Riduzione Impatto Edilizio) della città di Bolzano valorizza l'incremento di superfici verdi, ma non tiene ancora in considerazione il verde verticale.

Oltre a specifiche normative, anche i Regolamenti edilizi rappresentano efficaci mezzi per diffondere una cultura progettuale attenta agli aspetti legati alla sostenibilità ambientale, per indirizzare il mercato verso standard qualitativi più elevati. Negli ultimi dieci anni in Italia diversi Regolamenti Edilizi hanno promosso la diffusione di tecnologie ecocompatibili, tra cui anche la tecnologia della copertura verde, attraverso forme di incentivazione e talvolta anche di prescrizione, con conseguente aumento di edifici realizzati con questi sistemi.

Per quanto riguarda il verde verticale, ad oggi sono soltanto alcuni i comuni – ad esempio il Comune di Carugate o il Comune di Firenze – che hanno aggiornato i regolamenti edilizi facendo riferimento a questa tecnologia, intesa come strumento di mitigazione ambientale rivolto a diminuire l'effetto "isola di calore" e di controllo termo igrometrico delle pareti esterne.

#### 4. Ricerca e sperimentazione

La ricerca nel settore del sistema tecnologico del verde verticale è impegnata su più fronti. I temi che sono

maggiormente indagati riguardano:

- l'utilizzo di specie vegetali idonee;
- la valutazione delle prestazioni energetiche;
- la gestione ambientale del prodotto;
- il controllo della concentrazione di sostanze nocive in ambiente indoor.

Attraverso, ad esempio, il progetto AROMA il Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio della Facoltà di Agraria di Torino è impegnato a valutare l'adattabilità di specie aromatiche della macchia mediterranea alla coltivazione in verticale, al fine di limitare il più possibile l'apporto di acqua.

Il tema della valutazione delle prestazioni energetiche vede coinvolti alcuni gruppi di ricerca, tra cui Facoltà di Architettura dell'Università IUAV di Venezia o il DENER del Politecnico di Torino, nella realizzazione di campagne di monitoraggio su facciate verdi di nuova generazione e nella messa punto di strumenti di modellazione per dimostrare le potenzialità di questi sistemi in termini di efficienza energetica.

Il progetto GRE\_EN\_S – GREen ENvelope System, finanziato dalla Regione Piemonte, coordinato dal Dipartimento DINSE del Politecnico di Torino, con la partecipazione di altri gruppi di ricerca (il Dipartimento DENER del Politecnico di Torino e il Dipartimento AGROSELVITER dell'Università degli Studi di Torino insieme ad alcune aziende del settore dell'edilizia sostenibile) ha come obiettivo la progettazione di un "sistema parete verde" modulare e disassemblabile, caratterizzato da rivestimento vegetale e da materiali riciclati.

Con il progetto GRE\_EN\_S, attraverso un approccio multidisciplinare, si vuole individuare la fattibilità tecnica ed economica di una filiera di recupero di prodotti che possono essere impiegati come componenti in un sistema parete verde, mettere a punto un prototipo e monitorarne le prestazioni energetiche e ambientali, con l'obiettivo di realizzare moduli insediativi industrializzati leggeri.

Lo sviluppo di un sistema di involucro verde, realizzato a partire da materiali di recupero da rifiuti speciali, ad alte prestazioni, di facile inserimento architettonico e ambientale, in grado di essere replicato a scala industriale rappresenta, dunque, una soluzione innovativa, in linea con gli obiettivi e i settori strategici promossi dalle recenti politiche nazionali e internazionali.

#### Conclusioni

L'analisi dello stato dell'arte delle soluzioni tecnologiche attualmente adottate per le "pareti verdi" mette in evidenza alcuni aspetti importanti.

Un fattore fondamentale è quello economico. Le tipologie di muro vegetale più diffuse presentano costi troppo elevati per una diffusione in larga scala. Tali sistemi hanno caratteristiche talvolta di tipo artigianale, non adatte a una

produzione industrializzata.

Non sono ancora consolidate le caratteristiche di prestazione energetica e acustica dei prodotti e non sempre sono evidenti le caratteristiche di eco compatibilità degli stessi.

Un approccio sistemico al ciclo di vita dell'edificio è ormai considerato il denominatore comune che caratterizza la progettazione ambientale e in tale contesto non è possibile tralasciare lo studio delle caratteristiche ambientali degli elementi di involucro.

Un altro aspetto fondamentale è legato all'utilizzo di superfici verdi come strumento di controllo ambientale di aree esterne.

L'inverdimento verticale può essere anche un'ottima occasione per riqualificare localmente zone urbane di bassa qualità architettonica, senza trascurare anche i benefici di carattere psicologico, consolidati in letteratura, legati alla vista su uno spazio verde.

## Note

<sup>1</sup> In Italia il progressivo interesse per la realizzazione di coperture a verde ha portato alla definizione di una norma tecnica: UNI 11235:2007 *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde*; diverse forme di

incentivazione e talvolta anche di prescrizione si stanno diffondendo sul territorio nazionale, dove possiamo trovare esempi di strumenti urbanistici o di regolamenti edilizi o ancora di sistemi per l'incentivazione, sia a livello regionale, sia provinciale e comunale.

<sup>2</sup> U. Mazzali, F. Peron, V. Tatano, *Il verde verticale: effetti energetici di un sistema di rivestimento*, in «Il Progetto Sostenibile», 27, 2010.

<sup>3</sup> L. Zaiyri, J. Niu, *Study on thermal function of ivy-covered walls*, 6th International IBPSA Conference, 1999.

<sup>4</sup> I. Kenneth, M. Lam, *Bioshaders for sustainable building*, in *Proceedings of the CIB 2004 World Building Congress*, 1st-7th May 2004, Toronto, Canada.

<sup>5</sup> NEDLAW Living Walls è un brevetto sviluppato a partire da un progetto di ricerca del dipartimento di biologia ambientale presso l'Università di Guelph sul biofiltraggio dell'aria indoor, nel 1994; è in commercio da 2001.

<sup>6</sup> [www.urbanfarming.org](http://www.urbanfarming.org).

## Bibliografia

A. Bellomo, *Pareti verdi. Nuove tecniche*, Sistemi Editoriali, Napoli 2009

O.E. Bellini, L. Daglio, *Verde verticale. Aspetti figurativi, ragioni funzionali e soluzioni tecniche nella realizzazione di living walls e green facades*, Maggioli, Rimini 2009

V. Tatano, (a cura di), *Verde: naturalizzare in verticale*, Maggioli, Rimini 2008



...CON SALDA FONDAZIONE...