



Energinet, edificio ad alte prestazioni energetiche progettato dal gruppo di Sostenibilità dello studio Henning Larsen.

# ARCHITETTURA SOSTENIBILE FALSI MITI

Proseguiamo l'analisi dei luoghi comuni della sostenibilità rivisitati in chiave di reale potenzialità “verde”

EMANUELE NABONI, INGRID PAOLETTI

**N**el numero di ottobre Modulo (380/2012) ha pubblicato un articolo che ha preso in esame i falsi miti dell'architettura sostenibile e la dilagante tendenza al greenwashing in edilizia. Tutto è sostenibile e tutto è verde?

Proseguiamo con l'analisi dei “fondamentali della sostenibilità” riletti in chiave critica e analizzati oltre le ovvie dichiarazioni d'intenti. Concetti oggi cristallizzati come le qualità ambientali delle Passive House o di materiali come il legno devono oggi essere ridiscussi. Altrettanto, configurazioni tipiche di edifici come l'open -space e modi di concepire gli impianti e i sistemi attivi necessitano una forte revisione. Come si evincerà dall'articolo, alcuni dei falsi miti rappresentano un serio ostacolo al raggiungimento di soluzioni in grado di coniugare soluzioni creative con alte prestazioni ambientali e comfort degli occupanti. Per sostenere la sostenibilità dell'ambiente costruito, è necessario che i professionisti uniscano abilità creative con la più ampia gamma di conoscenze specifiche sul tema della progettazione sostenibile. Se, infatti, gli architetti non possiedono il necessario “know-how”, certificatori LEED o BREEAM, così come gli ingegneri impiantisti possono vincolare il processo di progettazione, limitando la qualità delle scelte architettoniche e orientando il progetto verso soluzioni altamente ingegneristiche.

## MODULO PAROLE CHIAVE

**SOSTENIBILITÀ** · EDIFICI VERDI · **GREEN ARCHITECTURE** · **GREENWASHING** · CERTIFICAZIONE LEED · COMFORT TERMICO · EDIFICI PER IL TERZIARIO · PASSIVE HOUSE · ENERGIE RINNOVABILI · FOTOVOLTAICO · SIMULAZIONE ENERGETICA · *ENERGIA INCORPORATA* · MATERIALI · INVOLUCRO · DOPPIA PELLE · *LIVING BUILDING CHALLENGE* · LEED · LCA · SIMULAZIONE ENERGETICA

Per evitare ciò, negli studi di architettura più attenti al tema della sostenibilità come Foster and Partners, SOM, HOK, Gensler, Perkins and Will, Mario Cucinella Architects e Henning Larsen in Danimarca, si assiste alla formazione di specifici gruppi di specialisti al fine di creare una cultura progettuale basata sia sulla ricerca sia su dati scientifici. Questo tipo di approccio, in grado di coniugare gli aspetti quantitativi e qualitativi della sostenibilità, spesso indicati con i termini di hard and soft performance nella letteratura anglofona, apre ad una fase, definibile come Sostenibilità 2.0.

## PASSIVE HOUSE E OCCUPANTI PASSIVI

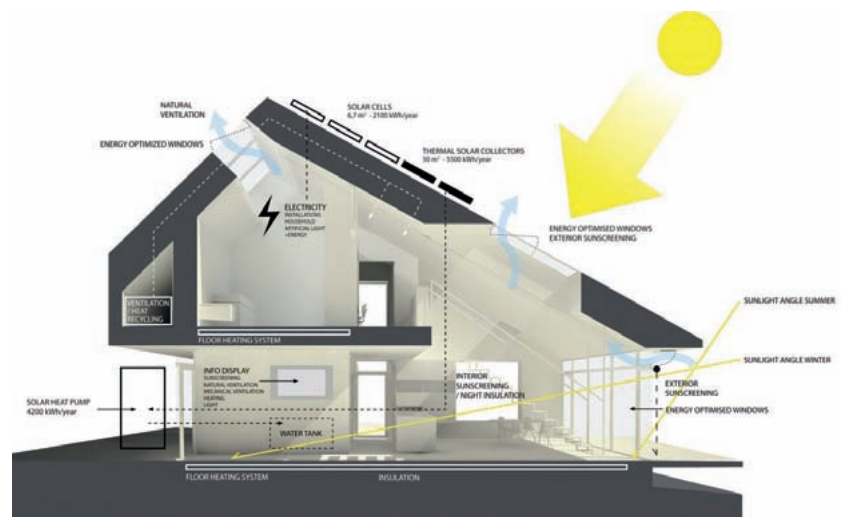
**MITI** La Passive House è il prototipo di architettura sostenibile

**FATTI** Il modello Passive House non è adattabile a tutte le realtà climatiche

Così come per altre realtà storicamente legate all'idea della sostenibilità e del rispetto ambientale anche questa tipologia climatica di edificio, così attuale, non è immune da operazioni di branding e commercializzazione. Non ci addentriamo nella discussione architettonica e culturale collegata al fatto che un'architettura sia ripetuta innumerevoli volte con poche declinazioni e contestualizzazioni. Una prima riflessione è legata all'enorme quantità di energia necessaria per la produzione di una passive house. Per raggiungere gli standard di 15 kWh/m<sup>2</sup>/anno è infatti necessario utilizzare grandi quantità d'isolante e materiali da costruzione altamente ingegnerizzati, accompagnati da dettagli ricercati e che hanno un impatto ambientale molto alto per la loro produzione. Vorremmo, inoltre, soffermarci sugli aspetti di comfort che essa considera e presuppone. La passive house impone un modello di vivere l'edificio non "libero", così come dice il nome stesso, l'utente è passivo, in altre parole deve saper usare finestre, spazi e impianti secondo esatte istruzioni d'uso, spesso riducendo la propria libertà e il comfort stesso. La

### Dalla Sostenibilità 1.0 alla Sostenibilità 2.0, il focus dagli edifici si concentra ora sugli occupanti.

Una nuova generazione di edifici s'ispira al principio di un'architettura dove l'occupante ha un ruolo attivo e non passivo, tali edifici sono definiti "active building". Questa transizione da un concetto di ottimizzazione energetica dell'edificio a un edificio progettato agli occupanti e al loro benessere psicofisico e al loro contatto con la natura è forse il cambiamento culturale più forte registratosi negli ultimi 5 anni: si passa dalla sostenibilità 1.0 alla sua fase 2.0. Edifici ad alte prestazioni di sostenibilità sono progettati per risparmiare acqua ed energia, ridurre gli sprechi, migliorare la qualità dell'aria e la salute. Ma senza il sostegno degli occupanti, un edificio progettato per alte prestazioni, può rivelarsi un insuccesso. Gli occupanti possono determinare oltre il 50 % di maggiorazione dei consumi energetico di un edificio se non agiscono in modo da supportare l'intento progettuale. E 'quindi più sostenibile un edificio utilizzato, e in grado di coinvolgere l'utente, ma con caratteristiche ordinarie, rispetto a un edificio ultra efficiente, da un punto di vista energetico.



Esempio di Active Building ad Aarhus: concetto energetico (crediti: AART architects)

personalizzazione dell'edificio è quindi pressoché' impossibile. Un esempio su tutti è che la collocazione di un tappeto sul pavimento potrebbe alterare il funzionamento dell'accumulo termico dello stesso. Il numero basso di ricambi d'aria, atto a limitare la dispersione di calore, mal si coniuga con il fatto che gli ambienti interni richiedono ricambi per eliminare l'accumulo di sostanze nocive eventualmente presenti nei materiali (ad esempio i composti volatili organici). In ultimo, la Passive House considera scarsamente il concetto di comfort adattivo, secondo il quale la tolleranza a più basse temperature in inverno e più alte temperature in estate aumenta quando c'è la possibilità per i residenti di poter manipolare le condizioni interne e di avere un contatto con l'esterno attraverso per esempio finestre operabili. Il concetto di comfort adattivo promuove benessere e risparmio energetico come supportato da numerose ricerche svolte a UC Berkeley da Brager and De Dear. Certo il concetto di passive house racchiude molti spunti interessanti qui non elencati, ma l'indicazione è di pensare oltre gli schematismi e in modo più contestuale al tipo di architettura, considerando gli aspetti umani prima di quelli energetici.

## EDIFICI PER UFFICI 1

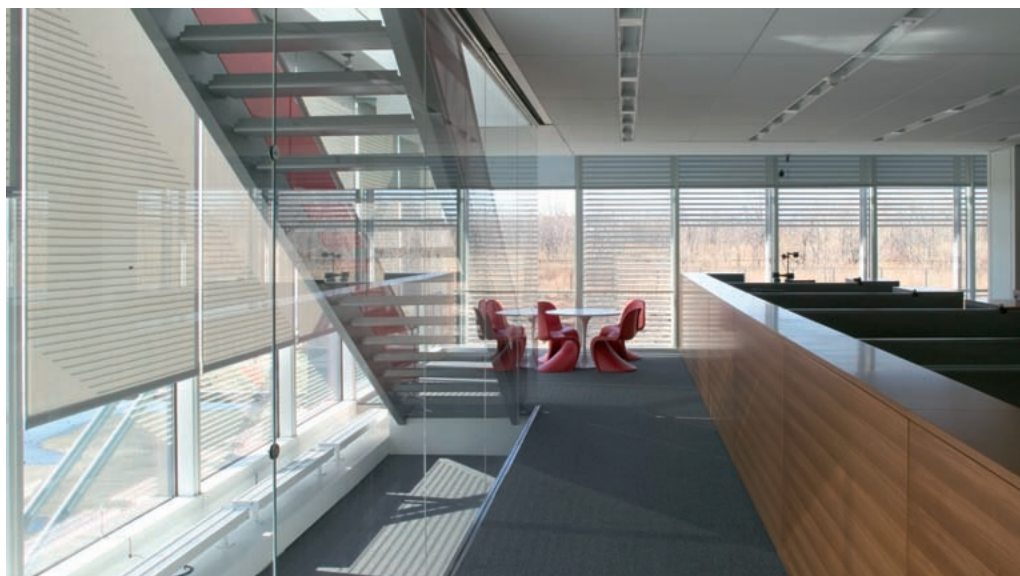
(OVVERO CAMBIARE LA MENTALITÀ DEGLI INGEGNERI IN TEMA DI COMFORT TERMICO)

**MITI** Il comfort estivo in un edificio è tra 22 e 26 gradi

**FATTI** Anche oltre i 30 gradi è possibile provare comfort all'interno di edifici

Sulla base di recenti casi studio è possibile registrare come la "zona di comfort estesa" è una strategia efficace per ridurre i carichi dell'edificio. La ricerca sull'adaptive comfort, condotta da Gail Brager a UC Berkeley, ha dimostrato che gli occupanti degli edifici naturalmente ventilati e con vista e percezione, dell'esterno sono a proprio agio con una più ampia banda di temperature rispetto agli occupanti degli edifici artificialmente climatizzati. Gli edifici naturalmente ventilati consentono una più alta temperatura di comfort, pari a 26-28 gradi Celsius in estate rispetto ai tipici 24 gradi Celsius utilizzati con sistemi impiantistici di raffrescamento negli uffici. Gli spazi meno occupati, come lobby e corridoi, possono essere anche considerabili come confortevoli sino a 30 gradi Celsius. Se la zona di comfort si estende attraverso la ventilazione naturale, il movimento dell'aria e le tecnologie di riscaldamento/raffreddamento per la distribuzione termica radiante, possono produrre un risparmio tra il 40 e il 70 % sui costi di raffrescamento. Per la quasi totalità degli edifici situati nelle zone climatiche di Regno Unito, Danimarca e Nord-America,

Mokup del Sistema di  
Facciata del New York Times  
Building (crediti: Eleanor Lee,  
LBNL).





*Comfort acustico, termico e visivo. La valutazione del grado di soddisfazione degli occupanti (POE, Post Occupancy Evaluation)*

MODULO

*lo chiede a*

STEFANO SCHIAVON, ASSISTANT PROFESSOR  
PRESSO UC BERKELEY



**Modulo:** Quali fattori impattano più la soddisfazione degli occupanti in un ufficio: luce, condizione termica, acustica, qualità dell'aria o privacy?

**Stefano Schiavon:** Secondo l'indagine condotta da noi su oltre 351 edifici (Quantitative relationships between occupant satisfaction and aspects of indoor environmental quality and building design) rumore e acustica e privacy sono i fattori più importanti. I risultati della nostra ricerca dimostrano che le persone preferiscono stare in uffici privati con accesso a una finestra, e quindi alla vista dell'esterno

**Modulo:** In che modo i fattori architettonici possono influenzare il comfort termico degli occupanti di un edificio commerciale?

**Stefano Schiavon:** Uno dei fattori che maggiormente influenza il comfort termico degli occupanti di un edificio è la temperatura delle superfici. Questa è importante tanto quanto la temperatura dell'aria. Spesso i due parametri coincidono, ma questo non accade quando vengono ad esempio utilizzati sistemi di riscaldamento o raffreddamento radianti.

Un altro parametro che influenza la temperatura superficiale e di conseguenza il comfort termico è la presenza di finestre. Anche se schermate, queste rappresentano una debolezza e la temperatura in presenza del

vetro sarà, rispetto alla temperatura dell'aria interna, più fredda in inverno e più calda in estate. Ciò causa inevitabilmente una disomogeneità di temperatura nello spazio abitativo.

**Modulo:** In che modo i fattori tecnologici possono influenzare il comfort termico degli occupanti di un edificio commerciale? Qualche esempio contemporaneo?

**Stefano Schiavon:** Per prima cosa la presenza di sistemi meccanici HVAC diventa sempre più importante tanto più la qualità della progettazione architettonica è scadente. In questo caso, infatti, l'unico modo per raggiungere condizioni di comfort termico è l'utilizzo di sistemi attivi.

In Europa si prediligono sistemi radianti mentre negli Stati Uniti sistemi a tutta aria. I principali vantaggi dei sistemi radianti sono l'alta efficienza energetica e un comfort termico leggermente superiore. I sistemi ad aria invece presentano generalmente costi minori e rendono possibile avere un solo sistema installato che si occupa sia del riscaldamento-raffreddamento, che della qualità dell'aria (nel caso di sistemi radianti bisogna, infatti, avere un secondo sistema che si occupa esclusivamente della ventilazione).

Il David Brower Center, edificio collocato in Berkeley, ad esempio utilizza sistemi radianti ad attivazione termica della massa per riscaldare e raffresca-

re l'ambiente. Per quanto riguarda la ventilazione è presente un secondo sistema sotto pavimento che regola la qualità dell'aria attraverso condotti sotto al pavimento. Nel caso invece della Kresge Foundation il sistema per controllare la qualità e la temperatura dell'aria è a tutta aria.

La particolarità di questo sistema risiede nel fatto che l'aria è immessa nell'ambiente molto vicino alle persone, che in questo modo possono controllare e manipolare (entro un certo range) il diffusore dell'aria, regolando a proprio piacimento il comfort ambientale della loro workstation.

**Modulo:** Sono più importanti i fattori architettonici o quelli tecnologici quando si parla di comfort termico?

**Stefano Schiavon:** Se l'edificio è progettato bene e se le condizioni esterne lo permettono, l'edificio non dovrebbe presentare alcun sistema di riscaldamento, raffreddamento o ventilazione, l'edificio dovrebbe perciò essere totalmente passivo e naturale.

Ovviamente, anche se siamo in presenza di un ottimo progettista, condizioni climatiche sfavorevoli, come ad esempio la presenza di aria inquinata all'esterno, può comunque precludere la possibilità di avere un edificio ventilato naturalmente. In linea generale posso quindi affermare che gli aspetti architettonici prevalgono su quelli tecnologici.

e in molte località italiane, una zona di comfort prolungato significa che la maggior parte della domanda di raffreddamento può essere soddisfatta tramite la ventilazione naturale. Tale approccio contesta la pratica di progettare gli edifici per uffici ermetici, con temperature e flussi d'aria controllati. Un tipico edificio statunitense conforme all'americana ASHRAE Standard 90.1 del 1989 se ben progettato utilizza 240 kWh/m<sup>2</sup> l'anno. L'obiettivo per molti edifici federali americani è di 160 kWh/m<sup>2</sup> per anno. In confronto, un edificio progettato e gestito con ventilazione naturale potrebbe utilizzare solo 60 kWh/m<sup>2</sup> anno (e con occupanti dell'edificio molto più felici e produttivi).

## EDIFICI PER UFFICI 2

**MITI** L'open-space è una scelta che aumenta il comfort, la produttività e il dialogo

**FATTI** Benessere e produttività decadono con gli open-space

Un articolo recente del New York Times "From Cubicles, Cry for QuietPierces Office Buzz" raccoglie una serie di ricerche che sfatano la maggior parte delle credenze legate al concetto di open space. Secondo molti facilitano la comunicazione fra i lavoratori, migliorando sia la collaborazione sia lo scambio di idee. L'open space è inoltre un concetto che trova ampio spazio nelle concezioni di edificio sostenibile perché l'assenza di divisori permette la diffusione della luce naturale e la riduzione dei costi.

Quello che però succede, secondo un'indagine condotta da ValtteriHongisto, ricercatore presso il Berkeley's Center for the Built Environment, su 65 mila lavoratori di tutti e cinque i continenti, è che l'acustica scadente condiziona il comfort. Il 50% circa degli impiegati si lamenta di essere costretto a lavorare immerso in varietà di rumori e brusii. In più, se si vuole parlare con qualcuno, ci si sente "osservati". Il problema a dire il vero è già noto a molti progettisti. Ad esempio l'edificio del New York Times prevede delle zone isolate acusticamente dove ritirarsi per i colloqui con i colleghi. Tali spazi sono diversi dalle stanze per riunioni, che sono percepite come troppo formali (darsi appuntamento in una stanza a parte fa subito pensare che si stia nascondendo qualcosa o si voglia parlare di un problema). Una zona di separé, dove ci sia privacy ma non troppo perché comunque si può continuare a vedere gli altri ed essere visti, sembra essere il compromesso migliore per avere conversazioni private e senza disturbare i colleghi.

## Sistemi intelligenti per tetti

### Tetti piani | Connessioni per tetti



### Lo specialista in resine liquide

Con Triflex le soluzioni sono particolarmente sicure. Perfino dettagli e collegamenti complicati vengono impermeabilizzati senza saldatura. E il tutto senza necessità di applicazione di primer sulla maggior parte dei sottofondi. Basta meno di un'ora e lo strato impermeabilizzante sarà resistente alla pioggia.

Referenze riguardanti diversi edifici raccolte in oltre 30 anni dimostrano la qualità dei sistemi Triflex. Approfittate anche voi di questi vantaggi!

# Triflex®

Triflex Italia  
Via Senigallia 18/2 Torre A  
20161 Milano  
werner.ambach@triflex.com  
Cell. 346 785 6991  
Tel. 02 64672 663 | Fax 02 64672 400  
www.triflex.com  
Una società del gruppo Follmann

## ENERGIA IN ESERCIZIO E INCORPORATA

**MITI** L'energia usata in esercizio è molto più impattante dell'energia incorporata nella costruzione

**FATTI** Nella maggior parte degli edifici ad alta efficienza energetica, energia operativa e incorporata sono comparabili

In termini di costi energetici, la fase operativa di un edificio è generalmente la più importante. Riscaldamento, raffrescamento, consumi elettrici, etc. sono la voce che incide maggiormente. Tuttavia, nel momento in cui gli edifici diventano sempre più efficienti in uso, l'energia utilizzata per la lavorazione di materiali, la produzione di componenti e dell'edificio nel suo insieme acquistano sempre più importanza.

L'energia incorporata è una misura dell'energia utilizzata nel ciclo di produzione dell'edificio fino alla sua dismissione. In un edificio standard l'energia richiesta per la fabbricazione dei materiali e la costruzione dell'edificio è il 10% del consumo di energia per la fase operativa, in un ufficio altamente efficiente da un punto di vista energetico, come una Passive House è il 50%. Ma per edifici ultra efficienti questo valore può aumentare sino al punto in cui le due voci si equivalgono. In pratica, più gli edifici diventano efficienti e più la costruzione dell'edificio stesso diventa il fattore impattante. E' quindi importante rilevare come l'area di lavoro per gli architetti è e sarà sempre più quella legata allo studio di soluzioni costruttive con un ciclo di vita a impatto ridotto.

Prototipo per lo studio di energia in esercizio ed incorporata di strutture in legno laminato a strati incrociati. Ricerca effettuata dal centro CINARK coordinato da Anne Beim della RoyalDanish Academy (crediti: JanSchipull).

## MATERIALI

**MITI** Il legno è il materiale per la costruzione sostenibile

**FATTI** Legno, acciaio, cemento o altri materiali possono essere utilizzati per la progettazione sostenibile

Ogni tecnologia, in funzione di come è utilizzata e contestualizzata può divenire un fattore di sostenibilità o di non sostenibilità. La valutazione di una scelta costruttiva, infatti, deve essere fatta in modo olistico con riferimento a prestazioni energetiche e termiche, la distanza del punto di estrazione e lavorazione dal cantiere, l'impatto ambientale del materiale nel suo ciclo di vita e di durabilità, nonché gli aspetti di comfort e di non nocività di materiali e componenti. Diversi materiali e sistemi costruttivi possono offrire buone o cattive prestazioni in funzione della localizzazione geografica, climatica e dello scopo del progetto: legno, in acciaio o calcestruzzo devono quindi essere valutati in funzione dell'applicazione e il legno è la scelta più ecologica.

Per fare una scelta accurata è necessaria una valutazione detta LCA (Life Cycle Assessment - ISO 14040), di comparazione di diverse possibilità progettuali. Poiché vi sono spesso dati inaffidabili sugli impatti e sui costi as-





## LCA in Architettura. Quanto bisogna aspettare?

MODULO

### lo chiede a

**JAN SCHIPULL KAUSCHEN,**  
RICERCATORE SUGLI IMPIEGHI IN  
ARCHITETTURA DEL LCA PRESSO LA ROYAL  
DANISH ACADEMY IN COPENHAGEN



**Modulo:** Perché il Life Cycle Assessment (LCA) è una procedura complessa?

**Jan Schipull Kauschen:** La valutazione LCA è un processo complesso che coinvolge una grande conoscenza degli standard, e dei metodi analitici di valutazione. E' inoltre necessario raccogliere i dati mediante l'utilizzo di set di dati esistenti. Ciò è normalmente, molto dispendioso.

In secondo luogo gli edifici sono oggetti molto complessi, in quanto sono costituiti centinaia di componenti, materiali e servizi. Rispetto ad altri prodotti industriali dove il LCA è già in uso (come ad esempio per le automobili), è difficile ottenere l'accesso a dati di processo precisi e adeguati. A causa di questi motivi LCA è raramente usato oggi nel settore edilizio.

**Modulo:** LCA è spesso descritto come uno strumento lontano dall'essere utilizzato concretamente. Quanto tempo ci vorrà prima che LCA sia adottato nella pratica?

**Jan Schipull Kauschen:** Il LCA ha guadagnato importanza negli ultimi 2-3 anni come sistema di valutazione della sostenibilità edilizia nel momento in cui sistemi di certificazione volontaria come BREEAM e DGNB hanno incluso LCA nei loro criteri di valutazione, anche dando un'importanza relativamente alta al LCA nei loro criteri di ponderazione (ad esempio nel DGNB la valutazione LCA ha un peso del 13% sul punteggio finale). Questi sistemi di valutazione usano una metodologia semplificata LCA, che è costruita sugli standard ISO, ma ignora alcuni passaggi della procedura LCA. Il vantaggio che gli standard BREEAM e DGNB hanno stabilito è che i progetti di costruzione saranno comparabili e il database dei materiali direttamente disponibile. Con l'incremento di LCA nel settore edilizio, ci

si può aspettare che software migliori (più facili da usare, più economici, più concentrati sulla costruzione) saranno disponibili, o che effettivamente LCA sarà incluso nei software BIM. Con questo, LCA potrebbe essere reso molto più facile da usare e potrebbe richiedere meno tempo, guadagnando così importanza come strumento di progettazione per gli architetti. Mi aspetterei un intervallo di 3-5 anni prima di vedere il primo software comunemente utilizzato (o BIM-plugins) che possa essere accessibile agli studi di architettura.

**Modulo:** Quali sono i casi più avanzati oggi disponibili in termini di sistemi di certificazione, legislazione o attuazione tecnica nei progetti?

**Jan Schipull Kauschen:** Ad oggi non conosco nessun progetto in cui LCA sia stato utilizzato come parametro progettuale.

Come detto prima, BREEAM e DGNB hanno incluso metodi semplificati di LCA nei loro schemi di valutazione, e grazie a questo troveremo qualche centinaio di progetti, principalmente in Europa, dove è presente valutazione basata sul LCA. Ma non posso dire in quale misura il progetto finale sia stato influenzato dai risultati di questa valutazione. LCA è comunque solo uno dei diversi metodi per valutare gli impatti ambientali di prodotti e servizi. In Olanda ad esempio il metodo "cradle to grave" ha acquisito notevole importanza ed è utilizzato per i progetti finanziati pubblicamente.

**Modulo:** Il legno è spesso indicato come "materiale sostenibile". Soprattutto nel contesto italiano, nonostante la lunga tradizione di mattoni e cemento, l'uso del legno viene ora proposto in "zone non alpine". Questo sta accadendo anche in altre regioni europee. Ma il legno è davvero l'unico materiale sostenibile?

**Jan Schipull Kauschen:** Credo che sarebbe sbagliato ridurre il numero di materiali sostenibili a "uno" - vale a dire il legno. Il legno è naturalmente un materiale sostenibile, ma dipende ovviamente da come viene utilizzato, dove e per quale scopo. Il legno è un materiale puramente naturale e composto (principalmente) da carbonio, idrogeno e ossigeno. Mentre cresce cattura la CO<sub>2</sub> dall'atmosfera. Negli ultimi anni abbiamo imparato quanto sia importante la CO<sub>2</sub> in materia di cambiamento climatico. Questo è probabilmente anche il motivo per il quale abbiamo cominciato a vedere il legno come un materiale sostenibile - è un materiale naturale, cattura la CO<sub>2</sub> e a fine vita può inoltre essere riciclato in altri prodotti. Valutazioni di LCA mostreranno risultati "migliori" (o più positivi) per quanto riguarda il global warming potential (GWP) di un edificio, se all'interno di esso sono state utilizzate grandi quantità di materiali a base di legno, come ad esempio il bilancio di CO<sub>2</sub> del legno (che è negativo, in quanto cattura CO<sub>2</sub>) che compenserà gli impatti causati da altri materiali da costruzione. Ma il LCA non riesce a giudicare se la quantità di materiale utilizzato sia effettivamente necessaria e/o se sia stato ottimizzato. L'utilizzo di grandi quantità di legno che non hanno alcuna rilevanza per la progettazione strutturale o architettonica, porterà a risultati che sembrano favorevoli. Ma da un lato puramente sostenibile un caso come questo potrebbe essere considerato come green-washing. Inoltre, se usassimo il legno come fonte energetica (in processi di combustione), incrementeremmo la quantità di CO<sub>2</sub> più velocemente di come la stessa quantità di CO<sub>2</sub> possa venire catturata di nuovo dalle piante. In secondo luogo si tende a dimenticare che il legno deve essere elaborato prima di poter essere utilizzato. Il legno industriale, prima di essere considerato materiale da costruzione, viene sottoposto ad una varietà di processi di vario genere (taglio, scortecciatura, trasporto, raffinazione, ...). Tutti questi processi hanno bisogno di energia e altri materiali che non provengono necessariamente da fonti rinnovabili. In conclusione, quando si parla di materiali sostenibili sarebbe sbagliato generalizzare, si dovrà valutare il loro uso per ogni singolo caso: Il materiale serve allo scopo?

Quanto durerà il materiale quando sarà costruito l'edificio? Può la massa dell'edificio essere ridotta (meno massa significa meno quantità di materiale, con conseguente minori impatti ambientali complessivi)? Possono essere utilizzati materiali alternativi che hanno un impatto ambientale più favorevole? Possono i materiali essere recuperati dall'edificio con facilità (per essere riutilizzati / riciclati)?



sociati ai materiali, l'uso di LCA è stato limitato. Tuttavia, il crescente numero di applicazioni in sistemi di certificazione volontaria come "cradle to cradle", o in sistemi di valutazione ambientali quali DGNB in Germania stanno spingendo lo sviluppo di database, non sempre dettagliati, ma che consentono valutazioni preliminari.

## INVOLUCRO, ENERGIA E LCA

**MITI** La parete a doppia pelle è una soluzione ad alto comfort e ridotti consumi

**FATTI** A meno di esigenze di tipo acustico la parete a doppia pelle è una soluzione con uno svantaggioso ciclo di vita e un alto rapporto costo/prestazioni

La facciata a doppia pelle è un sistema costituito da due strati disposti in modo tale che l'aria scorra nella cavità interna. La ventilazione della cavità può essere naturale, supportata da un ventilatore o meccanica. Oltre al tipo di ventilazione all'interno della cavità, l'origine e la destinazione dell'aria possono variare principalmente secondo le condizioni climatiche, dell'uso, della posizione, delle ore di occupazione dell'edificio e della strategia dei sistemi impiantistici. I vantaggi delle facciate a doppia pelle rispetto a quelle convenzionali non sono precisi e ben definiti e simili valori di isolamento possono essere ottenuti con vetri basso emissivi ad alte prestazioni.

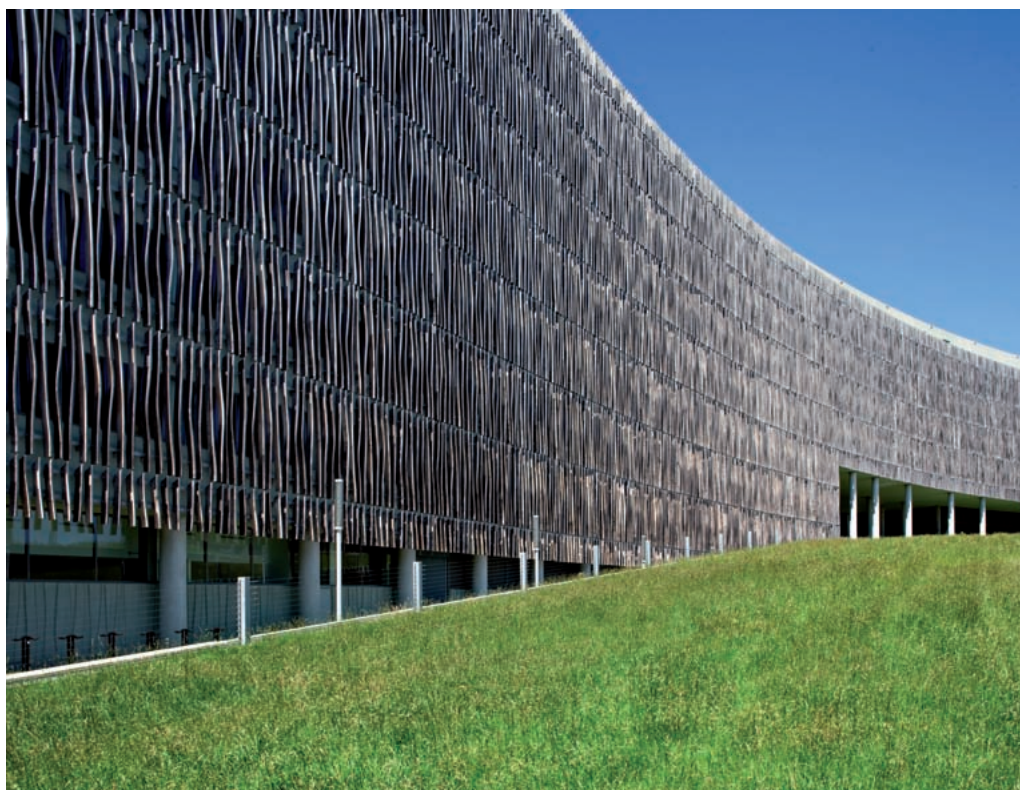
Da un punto di vista dell'impiego di materiali e di risorse per la loro lavorazione, trasporto, installazione e manutenzione, questa soluzione è molto inefficiente. In particolare il vetro è uno dei materiali con maggiore impatto in termini di LCA e questo sovra-prezzo ambientale è difficilmente compensabile dal risparmio energetico in esercizio. Inoltre, a modellazione energetica delle facciate a doppia pelle è intrinsecamente più difficile a causa delle diverse proprietà di trasferimento del calore all'interno della cavità, rendendo discutibile la modellazione e la previsione del risparmio energetico.

Oggi, gli esperti concordano sul fatto che i sistemi di schermatura esterni sono più convenienti delle



facciate a doppia pelle quando l'obiettivo principale sia la riduzione dei carichi di raffrescamento. La costruzione di una seconda pelle può inoltre presentare un aumento significativo di materiale e costo di progettazione. Si può affermare che questo tipo di soluzione è tipico della fase definibile Sostenibilità 1.0, mentre Casi di studio degli ultimi cinque anni mostra che le facciate a doppia pelle sono meno popolari rispetto al lustro precedente. L'ombreggiamento esterno è oggi la soluzione più diffusa.

Sistema di schermatura del  
Census Bureau in Maryland  
(crediti: SOM).



## INVOLUCRO E RINNOVABILI

**MITI** Il fotovoltaico è la soluzione sostenibile

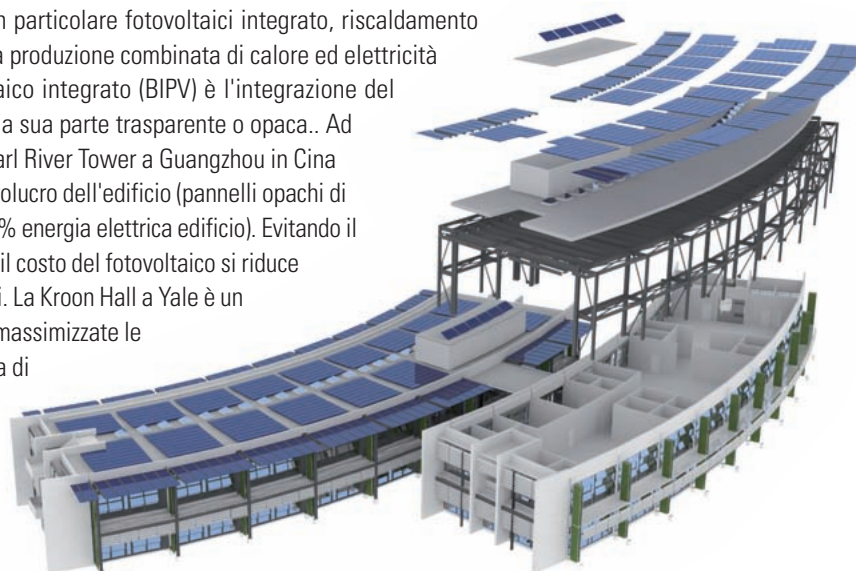
**FATTI** Il fotovoltaico ha un'efficienza molto bassa rispetto all'ottimizzazione architettonica

Se menzionate il termine "edificio verde" a qualcuno, la prima cosa che viene in mente è una casa coperta di pannelli solari o collettori solari. Ma i pannelli solari possono essere molto costosi, sia in termini di costo sia per via del loro ciclo di vita (LCA). L'energia solare non è la scelta migliore al fine di ottenere un edificio "verde". L'energia rinnovabile è più costosa della efficienza energetica ottenibile con un'adeguata progettazione architettonica e, in seconda istanza, con un adeguato dimensionamento dei sistemi impiantistici. È infatti meno costoso risparmiare energia che produrre energia rinnovabile.

Per chi cerca di creare uno spazio "net-zero-energy", la tecnologia solare è solo una piccola parte dell'equazione e ne è la più piccola. Nei casi studio di progettazione sostenibile recente, l'energia fornita da fonti energetiche rinnovabili varia dal 5 % al 30 % dell'energia totale necessaria al funzionamento dell'edificio. In edifici net zero energy (target che sarà obbligatorio dal 2020), i consumi di energia sono estremamente bassi in quanto è l'unico modo per far sì che le fonti rinnovabili forniscano il 100% dell'energia necessaria.

## Il fotovoltaico integrato: esempi internazionali

I sistemi rinnovabili più diffusi sono in particolare fotovoltaico integrato, riscaldamento solare dell'acqua, le turbine eoliche, la produzione combinata di calore ed elettricità CHP e sistemi geotermici. Il fotovoltaico integrato (BIPV) è l'integrazione del fotovoltaico nell'involucro edilizio, nella sua parte trasparente o opaca. Ad esempio, i moduli fotovoltaici sulla Pearl River Tower a Guangzhou in Cina di SOM hanno la duplice funzione di involucro dell'edificio (pannelli opachi di parapetto) e di generatore di corrente (3% energia elettrica edificio). Evitando il costo dei pannelli opachi convenzionali, il costo del fotovoltaico si riduce ed i costi del ciclo di vita sono migliorati. La Kroon Hall a Yale è un esempio di architettura in cui vengono massimizzate le superfici fotovoltaiche. La vasta gamma di pannelli fotovoltaici fornisce un quarto del fabbisogno elettrico dell'edificio. L'Accademia delle Scienze di San Francisco ha una copertura di pannelli fotovoltaici che eroga 213.000 kWh di elettricità l'anno. L'installazione sul tetto prevista per la Base Sostenibile della NASA comprende una gamma da 100 kW di pannelli fotovoltaici capaci di produrre di 122.000 kWh/anno ed una serie di pannelli solari termici che forniscono il 60 % del fabbisogno di acqua calda. Insieme, questi sistemi sono stimati per fornire il 30-40% dell'energia necessaria al funzionamento della struttura.



Spaccato assometrico della Nasa Sustainability Base (crediti: William McDonough and Partners)

## LEED – WASHING?

**MITI** Un edificio certificato LEED rappresenta lo standard più alto di sostenibilità

**FATTI** Sì, ma ...: la certificazione LEED può limitare

Un'analisi delle opportunità e limitazione dei sistemi di certificazione è stata condotta da Emanuele Naboni e Brian Edwards nel libro 'Green Buildings Pay: Ecology, Productivity, Design. Dall'analisi di circa cinquanta casi studio americani e europei di edifici certificati BREEAM e LEED e con interviste a committenti, progettisti e occupanti sono emersi alcuni spunti di riflessione.

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), è un sistema di certificazione statunitense, ma oggi diffuso in molti paesi come l'Italia, che valuta la sostenibilità di un edificio in base a una serie di parametri quali la sostenibilità del sito, la gestione efficiente delle acque, il consumo energetico e l'atmosfera, i materiali e le risorse, il clima interno. Una delle caratteristiche indubbie del LEED è la sua capacità di affrontare la sostenibilità in termini di business. L'United States Green Building Council (USGBC) afferma che gli edifici "verdi", hanno costi operativi inferiori e una migliore qualità ambientale interna, diventando appetibili ad un gruppo crescente di imprese ed acquirenti. Lo studio "The Economics of Green Building" si basa su un'ampia selezione di dati su edifici commerciali raccolti nel 2009 ed evidenzia come gli edifici LEED presentino affitti e prezzi di vendita significativamente superiori a quelli documentati per edifici non certificati.

Alla celebrazione del sistema LEED tra gli operatori edili e finanziari, ha contribuito una forte strategia di marketing di USGBC con il supporto della ricerca accademica (spesso finanziata e condizionata dallo

## *La diffusione del sistema LEED e la sua evoluzione alla luce dei paradigmi, in trasformazione, della sostenibilità*

MODULO

### *lo chiede a*

**MARIO ZOCCATELLI, PRESIDENTE GREEN BUILDING COUNCIL ITALIA**



Il GBC (Green Building Council) e i sistemi di rating della sostenibilità ambientale degli edifici sono il fenomeno più rilevante che sta trasformando l'intera filiera edilizia e del real estate a livello globale. Pionieri come il sistema BREEAM inglese, il CASBEE giapponese, il LEED nordamericano, il GREEN STAR australiano o, più recentemente, il DGNB tedesco hanno modificato il panorama di riferimento; anche chi non vuole lavorare con questi strumenti non può più ignorarli. Senza contare un'altra grande trasformazione, apparentemente meno rilevante: l'affermarsi a livello globale di una visione non statalista che valorizza la sussidiarietà, come dimostrano i casi della Cina e della Germania, che adottano il modello tipo USGBC: gli standard vengono definiti da associazioni pluri-composite (con soci che rappresentano l'intera filiera dell'edilizia), e non dallo stato. Il mercato internazionale di qualità e politiche pubbliche di paesi come Stati Uniti, Cina, Germania, Francia, Gran Bretagna, Brasile e i paesi arabi fanno ormai riferimento a questi sistemi.

Rispetto a questi fenomeni ci sono dati incontrovertibili, polemiche che lasciano il tempo che trovano, osservazioni critiche preziose e linee di tendenza che si stanno progressivamente affermando.

Non esistono dati pubblici complessivi: USGBC, seguendo una politica di trasparenza che lo caratterizza da sempre, rende noti i metri quadrati (gli squarefeet) dei progetti registrati e certificati. Stiamo parlando di milioni di metri quadrati, con progetti che concludono positivamente il loro iter per centinaia di migliaia di metri quadrati/giorno. Trattandosi di una parte dei progetti complessivi certificati, significa che queste cifre, già rilevanti, diventerebbero ancora più significative qualora si riuscisse a sommare i progetti certificati secondo tutti i sistemi sopra richiamati e altri ancora. In altre parole: questi sistemi rappresentano la componente trainante dell'innovazione a livello globale.

Tutti questi sistemi condividono alcune caratteristiche di fondo. Sono multidimensionali: controllano decine di variabili, che includono il rapporto edificio – sito, l'energia, la gestione dell'acqua, i materiali, le condizioni di benessere, l'innovazione. Come sa bene chiunque abbia un minimo di familiarità con questi temi, non siamo in un ambito di saperi semplici, consolidati e di certezze indiscusse. L'Europa ha una storia e tradizione, il Nord America un'altra, il Giappone o l'Australia altre ancora. Come si calcola la performance energetica di un edificio? Come si calcola la LCA (life cycle analysis) di un materiale? E così via. Queste difficoltà tecniche sono ulteriormente complicate da un'altra caratteristica condivisa dai GBC, e cioè la cosiddetta "triple bottom line": combinare sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Nessun GBC ha la vocazione al profeta nel deserto; "market-transformation" è un obiettivo che tutte le associazioni hanno fatto proprio. Questo vuol dire che, nella risoluzione di un problema tecnico, la scelta deve tener conto non solo di una presunta "eccellenza" (quando ci sono diversi approcci, tutti possono avere pari dignità); ma anche di quella di agganciare il mercato per farlo evolvere. Non a caso sistemi come LEED sono passati dalla versione 1 alla 3, e prossimamente sarà rilasciata la 4.

Come GBC Italia abbiamo scelto di dialogare con i sistemi di USGBC a marchio LEED non in base a una loro presunta "perfezione", ma perché "good enough", dinamici, migliorabili, e comunque (e purtroppo) ancora molto avanti rispetto alle pratiche prevalenti italiane. Si può fare i furbi con sistemi come LEED? Non c'è dubbio che si può giocare e arrivare alla certificazione scegliendo crediti più "leggeri" rispetto ad altri più impegnativi. Ma si devono in ogni caso rispettare i prerequisiti obbligatori, e poi perseguire comunque un numero significativo di aspetti virtuosi. In altre parole, anche chi fa il "furbo" è costretto a comportamenti virtuosi al di sopra della media: il

che, dal punto di vista del GBC e della (qualificante) trasformazione di mercato, è comunque positivo. Attualmente LEED è il sistema di certificazione più diffuso al mondo e uno dei sistemi di certificazione più robusti e strutturati, perché ha al suo interno una molteplicità di piani e meccanismi di controllo, ma al tempo stesso permette un'estrema libertà di progettazione. Una delle peculiarità di LEED sta proprio nel fatto di essere uno strumento molto flessibile che lascia ampia libertà di azione e decisione al gruppo di progettisti, puntando esclusivamente sui risultati finali da raggiungere. Le tecniche e le soluzioni per la progettazione sostenibile sono in costante miglioramento ed evoluzione: nuove tecnologie sono inserite continuamente nel mercato e gli aggiornamenti della ricerca scientifica influenzano le strategie di progettazione degli edifici.

Dalla Cina al Brasile, dall'Islanda al Sud Africa, gli edifici LEED si trovano ormai in più di 140 paesi nel mondo. Inoltre bisogna considerare che LEED è costantemente aggiornato e migliorato. Periodicamente escono infatti nuove versioni delle famiglie di protocolli per risolvere problematiche che emergono con l'esperienza e nel tempo; a breve, per esempio, sarà introdotto il Life Cycle Assessment (LCA) dei materiali da costruzione. Questo non vuol dire ignorare problemi effettivi e critiche documentate, che sono invece una spinta al miglioramento continuo. Il sistema LEED prevede una serie di controlli e verifiche in itinere e soprattutto il monitoraggio del comportamento effettivo degli edifici. Periodicamente USGBC rende noti risultati che mostrano una gaussiana un po' sbilanciata dei comportamenti effettivi dei nuovi edifici certificati, rispetto a quanto previsto nelle simulazioni di progetto. Mentre la maggior parte degli edifici si comporta più o meno come previsto, c'è una coda di comportamenti peggiori ma anche una di performance migliori. Ragionare su perché ci siano dati inferiori al preventivato è una delle fonti che spingono all'innovazione.

Ognuno dei sistemi citati ha i suoi meccanismi di revisione e miglioramento e il confronto tra di essi è una spinta ulteriore al miglioramento continuo. Le linee di tendenza sono non tanto verso la convergenza generica (ci sono aspetti di impostazione molto diversi), ma piuttosto verso la definizione di metriche comuni su alcuni aspetti (come sull'energia, i VOC, ecc.) e la costruzione di banche dati di monitoraggio e benchmark.

I sistemi sopra richiamati non esauriscono le riflessioni sulla sostenibilità nell'edilizia. In sistemi aperti e dinamici sono sempre benvenute pratiche (cioè edifici) che si propongano di esplorare nuove strade e spostare in avanti riflessioni e sperimentazioni: la sostenibilità è un obiettivo generale che va ben al di là del singolo, per quanto positivo, strumento.



## Sostenibilità emozionale per un ciclo di vita ottimizzato

Un tema emergente è lo sviluppo di un'industria LEED, guidata da professionisti accreditati spinti dalla "passione" per la riduzione di energia e delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Quando il risparmio energetico e la persecuzione di crediti LEED diventano evangelici, questo può portare a soluzioni ambientamente efficienti, ma con poca qualità architettonica. La sostenibilità infatti ha una parte tecnica, a volte ben rappresentata dai sistemi di rating, ed una parte legata ad aspetti di soft-performance come: qualità architettonica, attrattività, capacità di coinvolgimento degli utenti, equità sociale, contatto con la natura e la comunità. Questi ultimi non sono direttamente incentivati nelle versioni attuali del sistema LEED o BREEAM.

Ma la storia ci ha fornito un'importante lezione: gli edifici che durano di più sono quelli che sono in grado di dialogare col contesto, suscitare emozioni e che sono in grado di coinvolgere gli utenti. Questi edifici sono i più sostenibili, in quanto hanno una durabilità maggiore dovuta alla costante manutenzione prestata dagli utenti della comunità, che ne estende il ciclo di vita e ne riduce l'impatto sull'ambiente. Si può parlare di "Sostenibilità emozionale".

Un concetto legato è quello del "forgiveness factor" o "fattore di perdono" secondo il quale è possibile accettare delle prestazioni ambientali non di spicco (e dei livelli di certificazione più bassa) per un'architettura che è in grado di coinvolgere gli utenti e la società per la sua qualità spaziale e comunicativa.

Qualità del costruito e sua attrattività sono le caratteristiche tipiche del contesto nord europeo, da sempre attento ai temi sociali. Alcune banche e Headquarters di aziende, oggi non differenziano più tra spazi esclusivamente dedicati ai propri impiegati ed il pubblico. Un esempio molto interessante è la banca Middelbart Savings Bank di 3XN, dove attività come caffè, negozi e spazi ricreazionali aperti al pubblico sono all'interno della banca creando un legame tra istituzione, edificio e comunità.



Middelbart Savings Bank di 3XN, esempio di sostenibilità "emozionale" (crediti: DORMA).

stesso GBC) e del giornalismo, spesso celebrativo del sistema di rating. E' per tale motivo, per ottenere una placca LEED oro o platino sul loro edificio, che molti operatori di mercato sono interessati al potenziale commerciale del sistema di certificazione LEED, piuttosto che ai suoi effettivi benefici ambientali. Questo sta portando al fenomeno del "LEED-washing" con progetti che impiegano procedure volte ad ottenere un punteggio alto e quindi una certificazione alta.

Per come è strutturato, il sistema a punti tipico del LEED, può creare incentivi perversi per progettare attorno alla lista dei crediti disponibili. Spesso accade che quando una soluzione progettuale che garantisce dei punti LEED viene individuata, si tende a ripeterla in altri edifici. Ciò è permesso specialmente per alcuni dei crediti, quelli prescrittivi in particolare. L'analisi di edifici LEED porta quindi inevitabilmente all'individuazione di un minimo comune denominatore, in altre parole a una serie di soluzioni tecniche, non sempre le più efficaci e sostenibili per lo specifico progetto e contesto, ma ripetute in quanto conducenti a dei crediti. In sintesi così com'è, il LEED, sebbene sia meglio dello status-quo, non sempre incoraggia una progettazione che va oltre gli schemi e la portata delle sue categorie. Ciò limita le possibilità di esplorazione creativa di nuove soluzioni sostenibili.

Il New York Times Building e il Global Ecology Center a Stanford, in California sono degli edifici che dimostrano come la sostenibilità non abbia bisogno di basarsi sul LEED. Molteplici ragioni, che vanno dal costo della certificazione, al fatto che il sistema vincola eccessivamente verso determinate soluzioni (in

particolare impiantistiche) hanno scoraggiato i team di progettazione ad utilizzare il sistema. In entrambi casi i progettisti (Renzo Piano e EBPB) hanno sostenuto che l'utilizzo di sistemi innovativi e di soluzioni progettuali altamente performanti non sarebbero state adeguatamente riconosciute e premiate da un sistema in alcuni suoi crediti prescrittivo e vincolante.

Alla luce dei cambiamenti in atto nella concezione di sostenibilità, a vera domanda è: potrebbe, un edificio che riflette i principi della "progettazione rigenerativa", che non solo mira a limitare i danni sull'ambiente ma vuole essere carbon-positive ed in grado di contribuire all'ecosistema e alla comunità locale, essere premiato adeguatamente del sistema LEED? La risposta è no. Molti aspetti legati alla sostenibilità nel senso più ampio non colti dal sistema. Se il LEED, che è lo standard più diffuso per quanto riguarda la progettazione green, non è in grado egli stesso di riconoscere questa nuova frontiera della progettazione green, è davvero indispensabile come strumento? USGBC è sempre più attento e sensibile a questi temi e sta lavorando ad un adeguamento del sistema a questi paradigmi emergenti.

## Oltre la certificazione LEED: il Living Building Challenge

Nel mese di giugno, l'US Green Building Council ha annunciato che l'adeguamento proposto dello standard LEED potrebbe essere ritardato fino a quando il mercato non è pronto per "assorbire" il cambiamento. In contrasto, il Living Building Challenge (LBC), sistema di certificazione (proposto da USGBC, così come il LEED) sta guadagnandosi l'appellativo di standard per la sostenibilità per definizione. Lo standard sostiene che "essere meno peggio" non è più sufficiente, e che ogni azione progettuale dovrebbe, e di fatto può, con la tecnologia e materiali al momento disponibili - dare più all'ambiente di quanto prende, ecologicamente parlando, in prestito. Il Living Global Challenge, si compone di sette aree di prestazioni - definiti petali - per gli edifici: sito, acqua, energia, salute, materiali, equità e bellezza. All'interno di tali aree di performance ci sono una serie di imperativi, tra cui aria salubre, adeguato approvvigionamento, agricoltura urbana, fabbisogno di acqua ed energia pari a zero, e giustizia sociale. Lo standard comprende tutte le categorie usuali che conosciamo negli altri standard, ma va ben oltre. Richiede, infatti, un fabbisogno di energia e acqua pari a zero, sostiene che gli edifici possono utilizzare solo siti già sviluppati, e affronta anche gli aspetti più ineffabili della progettazione: scala umana e qualità architettonica (beauty), inserimento nel contesto (fitness to place) - che altri sistemi di rating hanno ignorato. Un altro aspetto importante del Living Building Challenge è che si cerca di andare al di là dei singoli edifici e portare i principi della progettazione sostenibile alla scala del quartiere. Una delle caratteristiche principali che distinguono il Living Building Challenge è il sistema di accreditamento basato sulle performance. Mentre LEED e BREEAM pre-certificano gli edifici sulla base delle specifiche di progetto, LBC approva gli edifici solo dopo un rigoroso e documentato periodo di occupazione di dodici mesi. Il sistema, in ultima analisi, un tentativo di andare oltre le "buone pratiche" prescrittive e incoraggia a passare da consumatori passivi dell'ambiente costruito a partecipanti attivi al suo funzionamento. E non ha paura di confrontarsi con regolamenti obsoleti che, in molti luoghi, inibiscono l'edilizia sostenibile. In totale, circa 140 progetti in otto paesi stanno lavorando per affrontare la sfida del Living Building Challenge.

Rendering dell'Oregon Sustainability Center, la cui costruzione è appena iniziata. È uno dei più grossi progetti candidati alla certificazione Living Global Challenge (crediti: Oregon Sustainability Center).



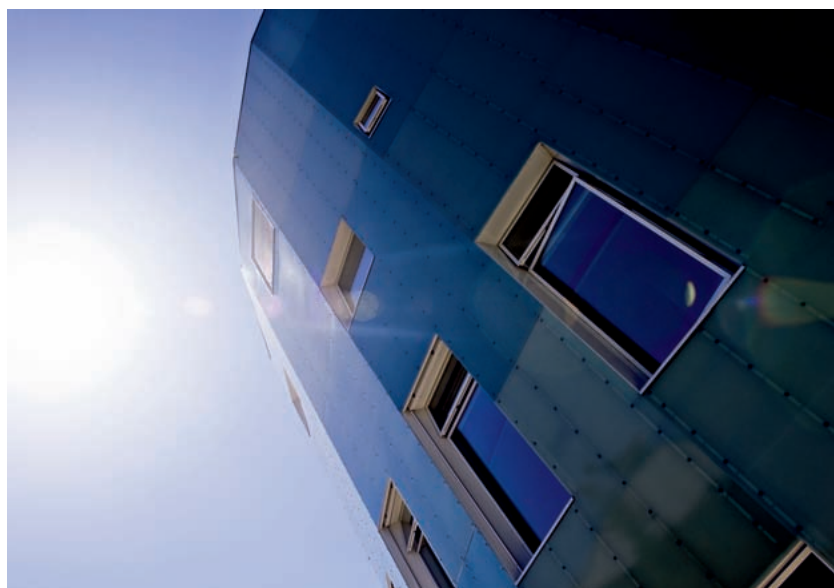
## GREEN LIGHTHOUSE

QUANDO MITI E FATTI COINCIDONO

**MITI** Un edificio certificato LEED rappresenta un alto standard di sostenibilità

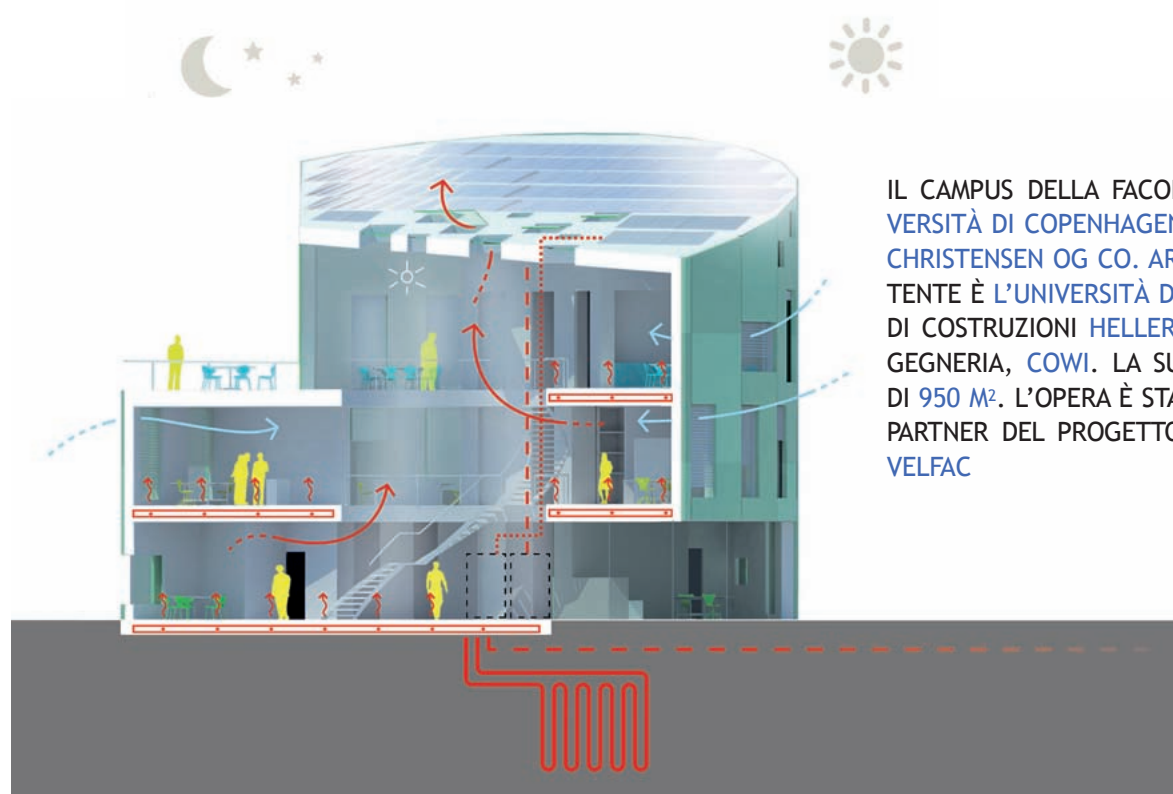
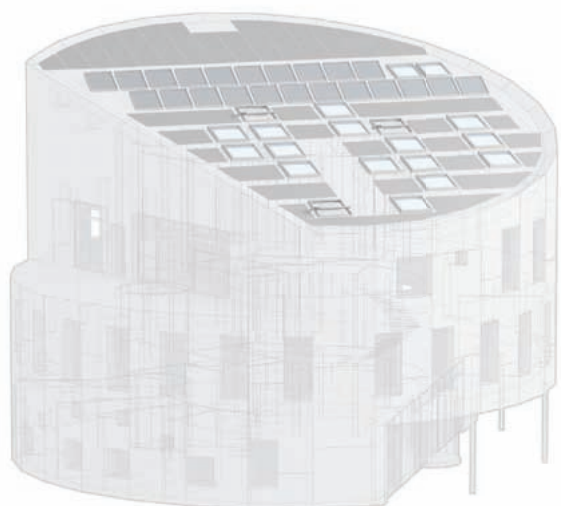
**FATTI** Green Lighthouse, il primo edificio sostenibile danese certificato LEED, rappresenta un alto standard di sostenibilità

Green Lighthouse è il primo edificio pubblico danese a zero emissioni e il primo caso di certificazione LEED (gold) in Danimarca. Il campus è stato progettato da Christensen og Co. Arkitekter, uno degli studi danesi oggi più attivi sul fronte dell'architettura sostenibile. Inaugurato nel 2009, ospita il campus della facoltà di Scienze dell'Università di Copenhagen. A tre anni dall'inaugurazione, Green Lighthouse rappresenta un esempio di collaborazione fra ambito pubblico e privato. Costruito in meno di un anno, in fase di progettazione, l'aspetto che ne ha determinato maggiormente la configurazione è la qualità del comfort psicofisico, visivo e termico. In particolare la disposizione delle aperture di facciata e in copertura consentono la creazione di un ambiente luminoso ma con assenza di fenomeni di abbagliamento. Lo stesso sistema permette il raffrescamento dell'edificio in estate permettendo sia la ventilazione trasversale (cross ventilation) sia fenomeni di stratificazione dell'aria e la sua ascesa (stackeffect). L'edificio misura 950 m<sup>2</sup> e si autoalimenta, producendo quindi l'energia necessaria al suo funzionamento. Questo è possibile grazie alla combinazione di aspetti passivi di progettazione architettonica (la forma





dell'edificio, compatta, ne limita le dispersioni) e tecnologie attive (fotovoltaico, pompe di calore geotermiche e i solai termoattivi). Green Lighthouse rientra in un progetto più ampio dell'Università di Copenhagen che ha come obiettivo quello di diventare uno dei campus più green d'Europa. L'edificio è stato selezionato a far parte del progetto pilota che vede l'implementazione del sistema di certificazione nazionale DGNB Denmark, "importato" dalla vicina Germania, la cui implementazione è prevista per il secondo semestre del 2012. Alla realizzazione del campus hanno contribuito il Ministero danese della Scienza, della Tecnologia e dell'Innovazione, l'Università di Copenhagen, la città di Copenhagen e i produttori di finestre Velux e Velfac.



IL CAMPUS DELLA FACOLTÀ DI SCIENZE DELL'UNIVERSITÀ DI COPENHAGEN È STATO PROGETTATO DA CHRISTENSEN OG CO. ARKITEKTER A/S. IL COMMITTENTE È L'UNIVERSITÀ DI COPENHAGEN. L'IMPRESA DI COSTRUZIONI HELLERUPBYG. LO STUDIO DI INGEGNERIA, COWI. LA SUPERFICIE CALPESTABILE È DI 950 M<sup>2</sup>. L'OPERA È STATA COMPLETATA NEL 2009. PARTNER DEL PROGETTO SONO GRUPPO VELUX E VELFAC

## SIMULAZIONE ENERGETICA1

**MITI** La simulazione energetica serve per dimensionare gli impianti

**FATTI** Il maggior potenziale della simulazione è nello sviluppo architettonico e costruttivo

Nessuno, tra gli edifici con alte prestazioni ambientali, è oggi progettato senza l'utilizzo di simulazioni ambientali di vario tipo. Le tecnologie di simulazione e modellazione si stanno sviluppando rapidamente offrendo preziosi feedback sulle prestazioni energetiche di configurazioni architettoniche, costruttive e

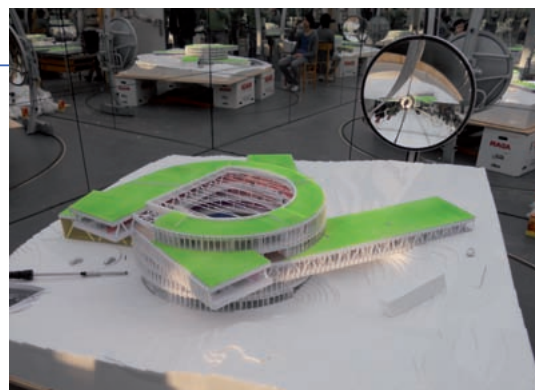
### Modelli fisici e simulazione in architettura

Gli strumenti di simulazione ambientale (energetica, termica, di daylighting e di CFD – computazione fluido dinamica) consentono ai progettisti di testare diversi scenari attraverso un processo iterativo, dove forma dell'edificio ed energia interagiscono. Prima dell'introduzione dei software di simulazione ambientale gli studi sulle prestazioni dell'edificio erano spesso basati su esperimenti con modelli fisici di piccola scala (ad esempio quelli che utilizzano l'heliolodn per modellare la luce naturale). I modelli fisici sono ancora oggi in uso. Nello studio Skidmore, Owings and Merrill (SOM) si creano spesso modelli in scala per testare le prestazioni dell'edificio in gallerie del vento. Questo erano inizialmente usati per motivi di verifica strutturale, ma oggi considerazioni legate allo studio della ventilazione naturale vengono integrate in galleria. Altri studi, come, OK negli Stati Uniti, CF Møller e BIG (Bjarke Ingels Group) in Danimarca usano tutt'ora l'heliolodn per simulare il daylighting e testare le condizioni di illuminazione naturale

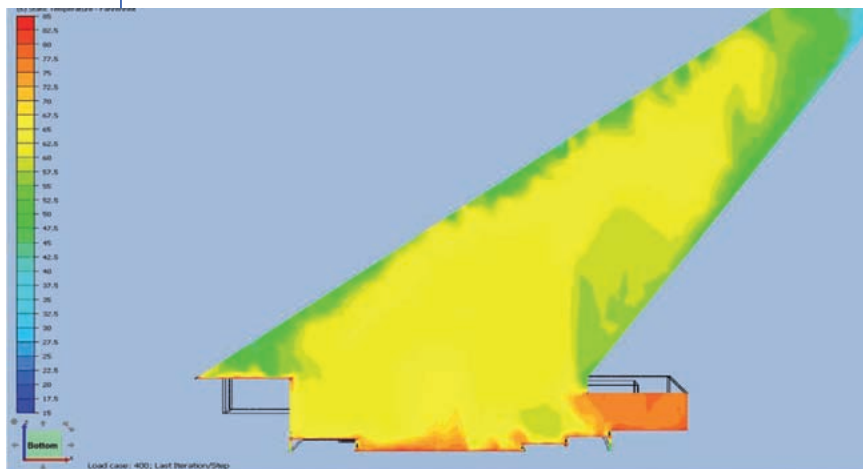
dell'edificio durante il corso dell'anno, valutando la qualità spaziale di edifici e sistemi di facciata. Ad oggi, ci sono dei fattori che limitano l'implementazione della simulazione nel processo di progettazione. Alcuni sono legati alla formazione degli architetti, altri riguardano la fruibilità (user-friendliness) e i limiti tecnici e computazionali degli strumenti di simulazione, altri i loro prezzi. Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), per democratizzare l'uso dei tools, sta sviluppando e divulgando una gamma di strumenti gratuiti che coprono molte delle simulazioni energetiche, di comfort e daylighting a supporto della progettazione architettonica ([http://gaia.lbl.gov/hpbf/perfor\\_b.htm](http://gaia.lbl.gov/hpbf/perfor_b.htm)). Ma anche enti privati, come Velux, propongono tools per la simulazione in architettura, come DaylightingVisulaizer, distribuito gratuitamente. Gli strumenti di simulazione hanno sempre più un ruolo importante nell'integrazione della sostenibilità nel processo di progettazione. Per esempio Teresa Rainey, uno degli specialisti di design sostenibile a SOM, sostiene che gli strumenti hanno un forte impatto nel determinare

le caratteristiche degli edifici di SOM sin dall'inizio alla fine del processo. Nelle fasi iniziali di sviluppo alcuni architetti preferiscono usare semplici strumenti di facile utilizzo, come ad esempio Ecotect o Climate Consultant, Comfen e Project Vasari, mentre altri impiegano strumenti di simulazione più complessi. Nelle fasi successive, quando la complessità del progetto aumenta, vengono incorporati nel processo strumenti tecnicamente più avanzati, quali Radiance per il daylighting, IES oEnergyPlus per la simulazione energetica. Quest'ultimo viene usato con varie interfacce come DesignBuilder, Heva-comp o OpenStudio.

Computazione Fluidodinamica per lo studio del comfort di un edificio dell'aviazione Americana a Colorado Springs (crediti: SOM).



Studio del daylighting per un centro scolastico nelle isole Far Oer progettato da Bjarke Ingels Group (crediti: Emanuele Naboni).



## Simulazione e realtà sono ancora lontane

Un tema emergente è sicuramente il modo in cui tali simulazioni energetiche siano in grado di prevedere le prestazioni dell'edificio. Il problema principale è che gli edifici non funzionano come previsto. Misure statistiche effettuate su edifici mostrano sistematicamente che essi consumano di più e producono meno energia (da fonti rinnovabili) di quanto ipotizzato nelle fasi di progettazione e simulazione.

Ci sono quattro fattori principali per la mancata corrispondenza tra aspettative e realtà.

- Gli utenti degli strumenti energetici (modellatori) non sono in grado di sviluppare adeguatamente la simulazione
- i software sono poco accurati e non in grado di simulare tutte le soluzioni costruttive ed impiantistiche
- le caratteristiche comportamentali degli occupanti dell'edificio non sono state capite e adeguatamente modellate
- gli edifici non sono costruiti secondo le specifiche descritte nei disegni di progetto.

La ricerca si sta concentrando su tutte e quattro le possibilità sopra citate. Agenzie nel Regno Unito come il Technology Strategy-Board (TSB) stanno attualmente investendo massivamente in progetti di ricerca legati a questa tematica.

L'intenzione della simulazione è di creare una rappresentazione della progettazione e prevedere le prestazioni e l'impatto ambientale. Il modellatore deve formulare diverse ipotesi, in termini di materiali da costruzione, carichi di illuminazione, funzionamento dell'edificio e sistemi impiantistici. In aggiunta deve prevedere il comportamento degli utenti nella loro interazione con l'edificio, un aspetto molto critico e difficile da ipotizzare e che può significativamente cambiare il consumo dell'edificio.

impiantistiche. Nonostante questo ampio raggio di applicabilità, nella pratica diffusa la simulazione è prevalentemente utilizzata per il dimensionamento impiantistico piuttosto che per lo sviluppo del concept architettonico. Il rischio di quest'approccio è che si sappia della scarsa efficienza architettonica dell'edificio in termini di forma, facciata, disposizione delle destinazioni d'uso, materiali e dettagli, solo quando il processo di progettazione è già in fase avanzata, e quindi quando le modifiche progettuali non sono più ammesse (o lo sono ad alto costo). A questo punto, in molti casi, l'unica possibilità di intervenire per raggiungere standard normativi o target previsti da sistemi di certificazione riguarda la progettazione di sofisticati e costosi sistemi impiantistici e sistemi attivi, basati su energie rinnovabili.

## SIMULAZIONE ENERGETICA 2

**MITI** Attraverso la simulazione è possibile simulare l'impatto energetico e di emissioni di un edificio

**FATTI** La simulazione non consente la previsione dell'impatto energetico e di emissione degli edifici

Le simulazioni hanno quindi due principali settori d'uso - aiutare gli architetti ad ottimizzare la progettazione prima (scenario molto efficace in termini ambientali, ma poco praticato), e a quantificare in modo più dettagliato i dati energetici (scenario molto diffuso) poi, per garantire la conformità con gli obiettivi del progetto e con i livelli di certificazione. Ai fini della progettazione, la simulazione energetica, ha un grosso potenziale quando applicato allo studio comparativo di varie opzioni progettuali allo scopo di individuare la soluzione relativa più efficiente. Quando è infatti utilizzata per prevedere l'esatto consumo energetico, fallisce. Secondo gli studi di Cleverger e Haymaker l'accuratezza della modellazione energetica sia compresa tra + / - 10% ~ 40%. Fornire i dati esatti in termini di consumi energetici è complicato. Per eseguire correttamente un'analisi realistica, i software hanno bisogno di aumentare il loro livello di complessità fino al dettaglio della forma dell'edificio, del suo profilo d'uso e dei sistemi meccanici. I software di simulazione hanno quindi alto potenziale quando usati nella fase iniziale di progettazione. In questo momento, è importante per il progettista conoscere l'impatto relativo delle diverse opzioni di progettazione rispetto al conoscere quanta energia uno specifico edificio consumerà.

Emanuele Naboni, professore associato in Architettura Sostenibile alla Facoltà di Architettura della Royal Danish Academy, Copenhagen.  
Ingrid Paoletti, Ricercatore in Tecnologia dell'Architettura presso il dipartimento Best del Politecnico di Milano.