

Graziano Salvalai, Laureato in Ingegneria Edile-Architettura presso il Politecnico di Milano, ottiene il titolo di dottore di ricerca nel 2010 con una tesi sul tema delle strategie passive e a basso impatto ambientale per il raffrescamento degli edifici. È stato visiting scientist presso il Fraunhofer Institute for Solar Energy system di Friburgo, Germania. Attualmente è ricercatore presso il Politecnico di Milano - Dipartimento ABC (architecture built environment and construction engineering) e titolare dell'insegnamento Sistemi Edilizi ad Alta Efficienza Energetica e del laboratorio di Architettura Tecnica nel corso di laurea in Ingegneria Edile-Architettura. In ambito internazionale, ha partecipato a diversi progetti tra i quali ThermCo (Low Energy Cooling and Thermal Comfort - FP6) e EASEE (Envelope Approach to improve Sustainability and Energy efficiency in Existing multi-storey multi-owner residential buildings FP7). Il campo di ricerca riguarda l'innovazione tecnologica sostenibile con particolare attenzione all'integrazione edificio-impianto e al controllo attraverso programmi di simulazione energetica dinamica. L'attività di ricerca è supportata dalla collaborazione a progetti sperimentali di edifici reali. È autore di diversi articoli su riviste nazionali e internazionali.

Angelo Bongio, si è laureato all'Università Cattolica di Milano studiando le dinamiche dei sistemi partitici e della rappresentanza, per poi approfondire l'analisi dei sistemi territoriali e globalizzazione all'interno dell'Alta Scuola in Economia e Relazioni Internazionali. Ha maturato molteplici esperienze professionali all'interno di associazioni di categoria e di agenzie di sviluppo occupandosi di green building, innovazione tecnologica e sviluppo della competitività delle imprese. Attualmente è senior manager in Confartigianato Varese occupandosi di innovazione e digital manufacturing; ha collaborato alla progettazione e della realizzazione di Faberlab Varese e dalla sua apertura partecipa alla progettazione/realizzazione delle attività.

RACEM Rete Artigiana per la Casa Efficiente in Montagna

RACEM

Rete Artigiana per la Casa Efficiente in Montagna





RETE ARTIGIANA PER LA CASA EFFICIENTE IN MONTAGNA

In copertina:

Casa E3, Colognola Bergamo. Prospetto sud. progetto: Atelier2 e Vanoncini S.p.A..

Impaginazione e stampa:

Ramponi Arti Grafiche - Sondrio

ISBN: 9788890580734

Indice:

Le imprese artigiane protagoniste dell'innovazione sostenibile	7
<i>Gianni Gritti</i>	
Edifici smart-ECO: le costruzioni verso il 2020	11
<i>Marco Imperadori</i>	
Architettura post-fossile	31
<i>Gabriele Masera</i>	
Il progetto RACEM: un'esperienza di innovazione pratica	39
<i>Angelo Bongio</i>	
La filiera in Provincia di Sondrio: i risultati dell'indagine quantitativa e le buone pratiche	53
<i>Ivana Pederiva, Elena Donaggio, Monica Patrizio</i>	
Rassegna di protocolli di efficienza energetica in montagna	75
<i>Francesco Pradella</i>	
RACEM: il marchio di qualità per le imprese artigiane della Provincia di Sondrio	93
<i>Graziano Salvalai</i>	

Architettura post-fossile

Gabriele Masera⁹

Il progetto RACEM nasce e si sviluppa, non casualmente, in un momento di trasformazione profonda dell'intero settore che nel mondo anglosassone è noto con l'acronimo ACE (Architecture and Construction Engineering). La limitazione dell'impatto ambientale delle costruzioni, e più specificamente l'imperativo di usare in modo efficiente l'energia, sono temi che dalle cerchie accademiche e dai progettisti più motivati stanno ormai dilagando in tutti gli ambiti del mercato - fino agli utenti finali - con tutto quanto di buono e meno buono il passaggio al mainstream comporta. Uno degli obiettivi del progetto RACEM, per questo motivo, consiste proprio nella tutela degli utenti attraverso una garanzia di qualità del prodotto finale, evitando le operazioni di "greenwashing" che spesso si verificano quando gli operatori si attribuiscono qualità e competenze ambientali che non possiedono. Naturalmente, ogni trasformazione porta con sé opportunità e rischi: tuttavia, il percorso verso un'architettura che sia meno energivora e più in equilibrio con i sistemi ambientali, secondo i principi Smart-ECO enunciati da Marco Imperadori nel suo contributo, è un tassello fondamentale per centrare l'obiettivo europeo di decarbonizzazione dell'economia e della società entro il 2050¹⁰, se si considera l'enorme impatto che gli edifici hanno sul consumo energetico e sulle emissioni nocive globali¹¹.

Sebbene diversi prototipi ed esempi funzionanti, tra cui quelli citati in questo stesso volume, dimostrino la fattibilità pratica di edifici sostanzialmente autarchici dal punto di vista della fornitura di energia, è importante sottolineare subito che gli edifici a energia zero (e in ogni caso quelli ad alta efficienza energetica) non sono semplicemente immobili con molto isolante nei muri e una certa quantità di pannelli solari sul tetto. Al contrario, l'obiettivo si può centrare solo combinando in maniera opportuna (cioè economicamente bilanciata e congruente con il contesto, climatico e culturale) strategie progettuali e componenti tecnologiche che sono sì disponibili, ma che richiedono un approccio integrato, multidisciplinare e olistico al progetto dell'intero ciclo di vita dell'edificio. Si può certamente affermare, nel caso degli edifici ad altissima prestazione energetica, che il risultato finale è mag-

⁹ Gabriele Masera è Professore Associato di Tecnologia degli Elementi Costruttivi al Politecnico di Milano, insegna presso il Polo Territoriale di Lecco.

¹⁰ COM(2011) 885/2, Energy Roadmap 2050, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions.

¹¹ In Europa, gli edifici consumano circa il 40% dell'energia e sono responsabili di circa il 36% delle emissioni di gas serra. Si veda, ad esempio, EU Energy in Figures - Pocketbook 2012, Publications Office of the European Union, Lussemburgo 2012.

giore della somma delle singole parti, proprio perché è attraverso la sinergia fra gli elementi (conseguenza della complessità dei fenomeni fisici collegati agli scambi energetici) che si può raggiungere l'obiettivo, solo apparentemente contraddittorio, di estrema efficienza a costi accettabili. L'attenzione si sposta quindi, al di là del dato tecnico relativo ai singoli elementi della costruzione, prima di tutto verso l'edificio come organismo complesso, in cui le scelte progettuali più precoci, come l'orientamento, l'organizzazione dei volumi, la distribuzione interna, la morfologia della facciata e la possibilità di attivare fenomeni di captazione solare passiva o di ventilazione naturale, sono quelle più determinanti per il suo corretto funzionamento passivo, e quindi per limitare la richiesta di energia necessaria a garantire il comfort interno. Dal momento che questi stessi aspetti hanno una ricaduta molto significativa sull'aspetto stesso dell'edificio, si comprende bene il potenziale architettonico latente nella considerazione dell'efficienza energetica come uno dei parametri fondanti il progetto, fino a immaginare per il 21° secolo, come fa Renzo Piano, la necessità di sviluppare un linguaggio che in qualche modo tenga conto della fragilità del nostro pianeta¹².



Figura 1. California Academy of Sciences, San Francisco (USA), Renzo Piano Building Workshop: il tetto verde e i lucernari per la ventilazione e l'illuminazione mostrano all'esterno le qualità ambientali dell'edificio (foto di Tim Griffith).

Limitandosi agli elementi costruttivi, risulta piuttosto evidente come a un aumento delle prestazioni in sezione corrente debba corrispondere una maggiore attenzione ai dettagli di giunzione per evitare ponti termici e acustici, condense

¹² Il concetto è espresso, tra l'altro, in R. Piano, California Academy of Sciences, Fondazione Renzo Piano, Genova 2010.

indesiderate e decadimenti prestazionali accelerati: ma questi sono aspetti che, oltre a una corretta progettazione, richiedono cura applicativa e controlli costanti durante l'esecuzione dell'opera in cantiere. In altri termini, l'efficienza energetica si ottiene con il corretto coinvolgimento di tutti gli attori della filiera della costruzione, dagli amministratori pubblici agli utenti finali, passando per i progettisti e le imprese: operazione tanto tecnica quanto culturale che il progetto RACEM intende stimolare.

L'attuale quadro normativo sul rendimento energetico dell'edilizia è frutto di un lungo periodo di maturazione, iniziato negli anni Settanta con la prima ondata di edifici che dopo la crisi petrolifera del 1973 cercavano, attraverso il ricorso estensivo al guadagno solare passivo (serre, muri di Trombe, sistemi di accumulo, ecc.), di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili.



Figura 2. La prima Passivhaus costruita in Italia si trova a Chignolo d'Isola (progettisti: Brandolini Valdameri studio associato; impresa costruttrice: Vanoncini S.p.A.). L'edificio è basato sulla tecnologia Struttura / Rivestimento ed è interamente assemblato a secco (foto Vanoncini S.p.A., rielaborata dall'autore).

Sebbene l'approccio fosse piuttosto promettente, la discesa dei prezzi dell'energia negli anni Ottanta, unita ad alcuni limiti intrinseci della tecnologia che determinavano condizioni di comfort interno non del tutto soddisfacenti, ricondusse rapidamente il mercato a una prassi costruttiva basata su involucri di scarsa qualità e l'ampio ricorso a impianti di riscaldamento (o raffrescamento) alimentati da combustibili fossili. Solo con l'inizio degli anni Novanta comincia ad riemergere, nei Paesi del centro e Nord Europa, un interesse più spiccato per l'efficienza energetica, con un aggiustamento però delle strategie progettuali che si orientano più spiccatamente alla qualità costruttiva e alla conservazione del calore all'interno dell'edificio. L'esempio di maggiore successo, in questo senso, è lo standard volontario Passivhaus, nato in Germania nel 1991 con la prima casa sperimentale che

garantisce il comfort interno attraverso la combinazione di un involucro ad alta resistenza termica (parti trasparenti incluse), dello sfruttamento passivo dell'energia solare e dei carichi termici endogeni e di un sistema impiantistico basato sul ricambio meccanico dell'aria con recupero di calore. I principi di base di questo standard sono semplici, fondati sull'estremizzazione prestazionale di elementi comunque presenti in un edificio e facilmente replicabili dai progettisti: ciò ha consentito la realizzazione di migliaia di case passive in Europa, a costi ragionevoli, e in alcuni casi (come nel Vorarlberg e in alcune città tedesche) la trasformazione di quello che era uno standard volontario in una norma cogente¹³. Sebbene l'approccio Passivhaus, molto conservativo, sia evidentemente adeguato a climi in cui domina la stagione fredda, esso ha dimostrato in maniera tangibile come il primo passo verso l'efficienza energetica non possa che consistere nella riduzione del fabbisogno energetico, e come solo successivamente ci si debba preoccupare delle fonti energetiche con cui soddisfarlo. Adottare questa strategia, basata su due passi sequenziali, significa da un lato garantire all'edificio un comportamento efficiente anche a fronte della disponibilità incostante delle fonti rinnovabili; dall'altro, adattarlo all'attuale, limitata capacità tecnologica di convertire le energie rinnovabili gratuite (in particolare quella solare) in energia effettivamente utilizzabile negli edifici.



Figura 3. Progetto BIRD a Brescia, AIACE Società di ingegneria: un intervento di edilizia pubblica che raggiunge la classe A+ grazie alla combinazione di strategie passive per l'involucro e di un sistema impiantistico ad alta efficienza (foto AIACE S.r.l.).

¹³ Non-Domestic Passive House Guidelines, Sustainable Energy Authority of Ireland, Dublino 2010.



Figura 4. Villaggio ecocompatibile "CasA Selvino" a Selvino (BG), AIACE Società di ingegneria: tramite un approccio progettuale volto al guadagno solare passivo e alla conservazione del calore, gli edifici raggiungono la classe A nel rigido clima montano (foto Graziano Salvalai).

Non è un caso se questa strategia, che in linea di principio mantiene la sua validità anche in climi dove la priorità è la protezione dal surriscaldamento, è alla base della più recente Direttiva europea sul rendimento energetico nell'edilizia (2010/31/UE)¹⁴.

Questo documento, che aggiorna la precedente Direttiva 2002/91/CE¹⁵ (con la quale è stata introdotta la certificazione energetica degli immobili), stabilisce il quadro di riferimento europeo per le costruzioni del prossimo decennio e, prendendo atto della realizzabilità pratica di edifici ad altissima efficienza energetica, introduce il concetto di "edificio a energia quasi zero" (abbreviato in NZEB, nearly zero-energy building) come un "edificio ad altissima prestazione energetica, [... il cui] fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze". È piuttosto interessante notare come il principio fondante di uno NZEB sia prima di tutto la limitazione drastica del fabbisogno e solo successivamente il ricorso a fonti rinnovabili, preferibilmente prodotte in sito, secondo il principio sequenziale introdotto sopra. Da un altro punto di vista, l'intento è proprio quello di riconciliare il fabbisogno energetico dell'edificio (cioè la quantità di energia necessaria a garantire il comfort quando l'edificio non riesce a farlo spontaneamente) con le fonti energetiche disponibili nell'area da esso occupata, o nelle sue vicinanze: una radicale contestazione, quindi, del model-

¹⁴ Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione).

¹⁵ Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia.

lo adottato finora, secondo cui i nostri immobili sono riscaldati da gas provenienti, di solito, da migliaia di chilometri di distanza.

In linea di principio, a questo scenario autarchico si può pervenire attraverso un involucro ad alta resistenza termica, in grado di limitare i flussi termici entranti e uscenti (a seconda del clima e della stagione); una corretta gestione dei guadagni solari attraverso le parti trasparenti, da dosare anche sulla base dei carichi termici interni; il controllo della ventilazione (ricambio d'aria e infiltrazioni) e della capacità di accumulo termico, spesso fraintesa con la sola massa superficiale delle chiusure. Il secondo componente che concorre a determinare la prestazione energetica dell'edificio è naturalmente il sistema impiantistico, che deve evolvere per riuscire a gestire efficacemente le limitate quantità di energia in gioco e per integrare organicamente i contributi delle fonti energetiche rinnovabili, per loro natura discontinui e relativamente imprevedibili.

La definizione precisa dello standard NZEB, che la Direttiva delega ai singoli Stati Membri sulla base del concetto di "cost optimality" (cioè dell'equilibrio fra il costo di investimento iniziale e il costo di gestione dell'edificio negli anni), dipende ancora da molti fattori su cui il dibattito è aperto: fra questi, i principali sono quale energia considerare nel calcolo (utile o primaria, solo per usi di climatizzazione o anche per elettrodomestici e illuminazione, ecc.); come limitare lo stress sulla rete elettrica quando gli edifici grid-connected immettono l'energia rinnovabile prodotta in surplus rispetto al consumo istantaneo (concetto di load match); e fino a che distanza dal sito ammettere la fornitura energetica¹⁶. A prescindere dalle decisioni su questi aspetti, resterà comunque valido il principio di fondo: la realizzazione di edifici a standard NZEB, e le ristrutturazioni degli edifici esistenti (che inevitabilmente risentiranno della spinta normativa e delle richieste di mercato relative a quelli nuovi), richiederanno una integrazione sempre più stretta fra discipline diverse e la responsabilizzazione delle imprese della filiera costruttiva. L'introduzione obbligatoria dello standard NZEB, che l'Unione Europea fissa alla fine 2018 per gli edifici pubblici e alla fine 2020 per quelli privati, è in realtà un passo nella direzione dello scenario 2050, che sarà radicalmente diverso (non solo nel settore ACE) dalla prassi attuale. In un'Europa che, secondo le intenzioni dell'Unione, si sarà in buona misura liberata dalla dipendenza dalle fonti energetiche fossili, "la maggior parte degli edifici e dei quartieri potrebbero rispettare lo standard zero energia e non produrre emissioni di anidride carbonica. Un numero significativo di edifici saranno produttori netti di energia, diventando quindi a tutti gli effetti centrali energetiche che integrano fonti rinnovabili, tecnologie pulite di generazione distribuita e smart

¹⁶ A.J. Marszal, P. Heiselberg, J.S. Bourrelle, E. Musall, K. Voss, I. Sartori, A. Napolitano, Zero Energy Building - A review of definitions and calculation methodologies, *Energy and Buildings* 43 (2011), 971-979.

grid a scala di quartiere”¹⁷. La realizzazione pratica di questa visione, elaborata dai maggiori stakeholders del settore ACE in Europa e sposata dalle istituzioni comunitarie, deve ovviamente tenere conto della molteplicità delle condizioni reali in cui gli edifici si collocano, soprattutto se si considera che la maggior parte della popolazione europea vive in spazi densamente o mediamente urbanizzati ricchi di vincoli e di limitazioni rispetto alle strategie progettuali ottimali. Infatti, se nelle aree suburbane e rurali, a densità più bassa, le morfologie del costruito e le distanze reciproche autorizzano a immaginare una elevata quota di generazione energetica integrata nell’involucro degli edifici, con sistemi di stoccaggio stagionale del surplus energetico a scala di quartiere, nelle aree urbane e nei centri storici questo scenario è fortemente limitato dalla densità (che equivale a minore area di copertura per metro quadrato di superficie calpestabile), dagli orientamenti predefiniti, dalle ombre portate e dai vincoli di conservazione. In queste situazioni, l’energia continuerà inevitabilmente a essere importata dall’esterno, ma sarà comunque prevalentemente prodotta da un mix fonti rinnovabili (o rigenerabili) e di gas, associato a sistemi di stoccaggio e distribuzione innovativi, come l’idrogeno e le celle a combustibile. L’implementazione di questi scenari, che costituiscono un tassello fondamentale della politica di de-carbonizzazione del nostro continente, richiede un cambiamento di mentalità profondo che investe tutti i comparti del settore ACE, a partire dal concetto stesso di edificio, che non potrà più essere considerato un oggetto isolato, ma dovrà essere integrato in sistemi complessi quali le smart grid.

Nei prossimi anni gli sforzi di ricerca e applicazione si concentreranno essenzialmente sui tre temi centrali della riqualificazione energetica, dei nuovi edifici a energia zero o “energy-positive”, e sui quartieri e distretti ad alta efficienza energetica, con tematiche di ricerca che spaziano dagli involucri e sistemi costruttivi, ai sistemi impiantistici efficienti e che integrano le fonti rinnovabili, all’impiego di sensori e sistemi di monitoraggio che trasformeranno gli edifici in sistemi reattivi, in grado di adattarsi efficacemente alle condizioni esterne e dialoganti con la “internet of things”.

Questi sono quindi anni di straordinario cambiamento, nei quali iniziamo ad affacciarci verso un mondo completamente diverso rispetto a quello, basato sui combustibili fossili, che abbiamo conosciuto fin dai tempi della Rivoluzione Industriale del 18° secolo. La trasformazione è resa inevitabile dall’aumento della domanda energetica globale (che ci impone maggiore efficienza nell’uso) e dalla fine dei combustibili fossili (più o meno vicina che sia, il loro prezzo aumenterà sensibilmente a causa della domanda e della crescente difficoltà estrattiva): la sfida consiste nell’adeguamento ai nuovi paradigmi mano a mano che questi si manifestano,

¹⁷ Energy-efficient Buildings PPP - Multi-annual roadmap and longer term strategy, Publications Office of the European Union, Lussemburgo 2010.

e il progetto RACEM ha l'ambizione di accompagnare le imprese artigiane della Valtellina in questo percorso obbligato, ma estremamente affascinante.

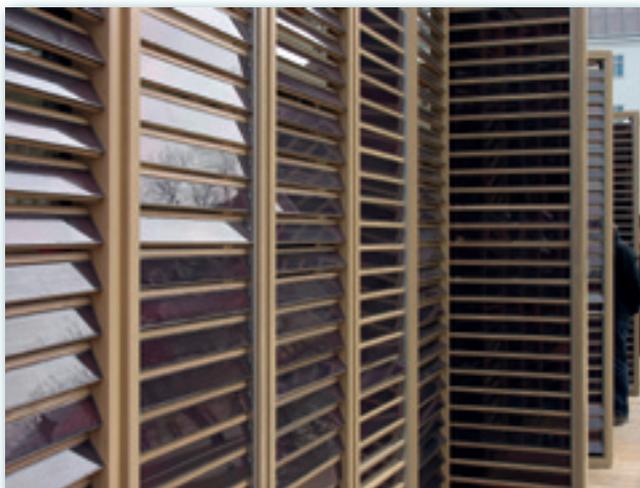


Figura 5. Villaggio ecocompatibile "CasA Selvino" a Selvino (BG). AIACE Società di ingegneria: tramite un approccio progettuale volto al guadagno solare passivo e alla conservazione del calore, gli edifici raggiungono la classe A nel rigido clima montano (foto Graziano Salvalai).