

# Il Progetto Finalizzato Edilizia ed il risparmio energetico

Il risparmio energetico negli edifici, in assenza di un modello fisico-termico, ha portato ad una corsa all'isolamento con risultati addirittura controproducenti, con un aumento dell'inquinamento indoor. La ricerca sta conducendo un'indagine sulle metodologie di sperimentazione e di prova per l'individuazione di soluzioni tecnologiche di sicuro impiego

## Claudio Cerruti

Il lavoro di ricerca compiuto dal Progetto Finalizzato «Edilizia» nei cinque anni di attività appena trascorsi, è stato orientato prevalentemente alle aree tematiche che maggiormente incidono sulle fasi esecutive del progetto edilizio. La progettazione, la realizzazione, l'uso e la manutenzione del «bene edilizio» hanno quindi occupato la più parte delle risorse, finanziarie e culturali, a disposizione del Progetto.

Alla fine del programma quinquennale, agli operatori del settore saranno disponibili una serie di risultati elaborati per migliorare l'efficienza complessiva del nostro modo di programmare, costruire e gestire gli edifici.

Il tema del risparmio energetico nell'edilizia non è stato quindi basilare al programma, ma è comparso più volte negli approfondimenti sotto tematici. In alcuni casi, che verranno illustrati in

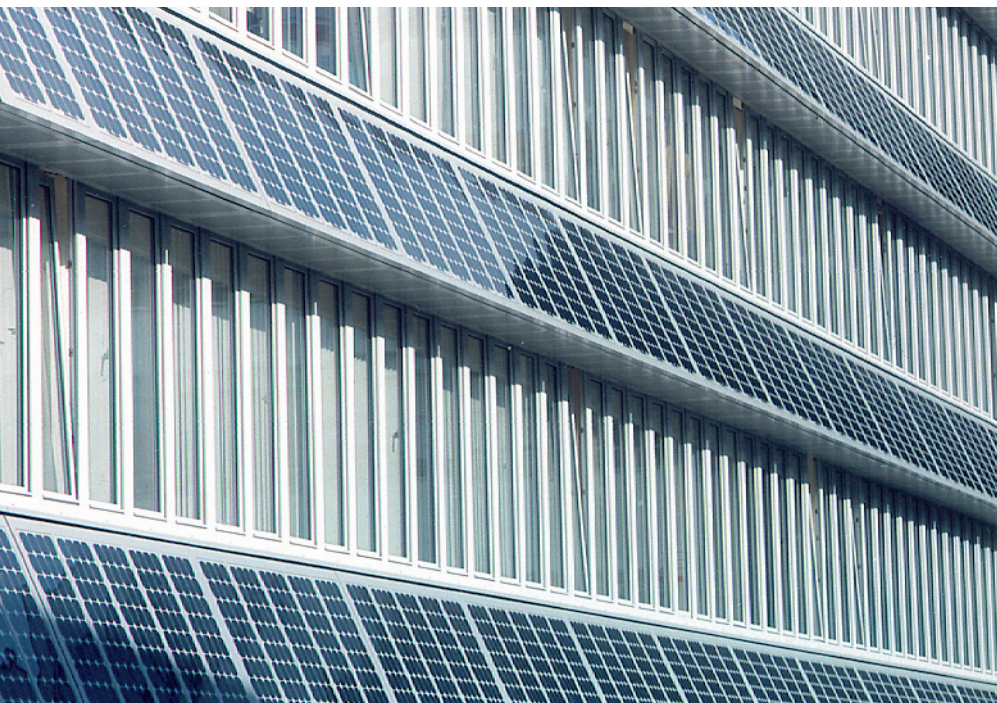
seguito, sono stati anche avviati programmi a contenuto prevalentemente energetico soprattutto nel campo della progettazione di nuovi componenti per l'edilizia e dello studio dei modelli di simulazione per la valutazione dell'efficienza.

Non si tratta di una lacuna nel programma. Va detto che il risparmio dell'energia nel settore dell'edilizia è stato ampiamente trattato dal Progetto Finalizzato Energetica nel corso degli ultimi venti anni, da quando, all'inizio della guerra di Kippur (1973), il CNR dette vita ad un intenso programma di ricerca sull'energetica. Ideato e sorretto dalla vasta cultura scientifica, tecnologica e storica del compianto prof. Mario Silvestri, che era allora Presidente del Comitato nazionale per le ricerche tecnologiche del CNR, quel progetto di ricerca aveva indicato le diverse forme di spreco dell'energia nazionale ed aveva formulato temi di ricerca in grado di individuare possibili forme di intervento (normative, tecnologiche, produttive, ecc.) per la razionalizzazione ed il risparmio.

Quel Progetto Finalizzato, che mi onoro di aver concorso ad avviare fianco a fianco con il prof. Silvestri, profuse ingenti risorse di ricerca per l'edilizia. Ci si propose di individuare le metodologie più adatte a favorire il risparmio nel riscaldamento degli edifici, cercando di risolvere anche il problema tecnico (solo apparentemente semplice e, per quanto ne so, tuttora irrisolto) di «valutare» lo spreco d'energia con strumentazioni affidabili e tecniche di misura non discutibili.

Per quanto riguarda l'edilizia, l'attenzione del progetto Finalizzato Energetica, nei tanti anni che da allora sono trascorsi, ha certamente avuto il merito di aumentare molto la sensibilità culturale dell'utenza al problema delle dispersioni energetiche e di favorire lo sviluppo di una tecnologia dedicata al risparmio dell'energia nell'edilizia. Ne sono prova l'elevato numero di industrie che immettono nel mercato nuovi sistemi di isolamento, nuovi componenti o materiali che hanno nel risparmio energetico la loro ragione d'essere, come gli ormai famosi «cappotti», le facciate ventilate, le pareti dinamiche, gli infissi «intelligenti», ecc.

Il problema del risparmio energetico



Edificio realizzato in Inghilterra con telai in PVC e ricoperto di pannelli solari

negli edifici è tuttavia ben lontano dall'essere risolto.

È anzi oggi più evidente di ieri che la corsa all'isolamento degli edifici, in assenza di un modello fisico-tecnico affidabile di riferimento, risulta addirittura controproducente ed è altrettanto evidente che i problemi dell'inquinamento indoor, indotti da un eccessivo confinamento dell'ambiente ed accresciuti dall'utilizzazione di resine non certificate sotto il profilo dell'atossicità, sono andati aumentando negli ultimi anni a livelli preoccupanti. Per la più parte degli interventi proposti c'è poi ancora molta incertezza di valutazione del risparmio effettivamente ricavabile, soprattutto perché il conto deve essere fatto nel complesso del bilancio energetico, vale a dire nel quadro di un bilancio globale che tenga conto dei contenuti energetici delle singole materie prime utilizzate le quali, trattandosi quasi sempre di resine sintetiche, hanno a che fare con gli alti costi energetici ed ambientali del petrolio e dei suoi derivati.

Ecco perché il Progetto Finalizzato Edilizia più che approfondire o proseguire la ricerca di nuovi materiali, componenti o sistemi di risparmio energetico ha preferito puntare sulle metodologie di valutazione e diagnosi.

Propongo di seguito alcuni temi di ricerca svolti dal Progetto Finalizzato Edilizia che sono a mio avviso culturalmente significativi e che sono in grado di fornire alcune soluzioni tecnologiche di sicuro interesse.

Una ricerca svolta direttamente dall'ICITE, sotto la responsabilità scientifica del dott. Fabio Scamoni, nell'arco di tre anni di finanziamenti, ha portato a termine un programma per l'individuazione di un metodo sperimentale per la caratterizzazione energetica degli involucri esterni degli edifici.

La ricerca ha condotto un'indagine sulle metodologie di sperimentazione e di prova disponibili in Italia. Sono state utilizzate alcune apparecchiature di prova («test-cell») armonizzate in sede europea che riproducono fedelmente l'inerzia e la trasmittanza termica di un ambiente convenzionale, in alternativa alle «test-cell» del progetto europeo Passys, realizzato al Centro Comune di Ricerche di Ispra, che invece tendono ad isolare il più possibile il componente

| Tabella 1 Destinazione dei fondi del CIPE al PF Edilizia |                    |                  |                            |                   |                   |
|--|--------------------|------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Stanziamiento CIPE                                       |                    | CNR              |                            |                   |                   |
|  |                    | Spese generali   | Contratti Direzione, Borse | Area Sperimentale | Totale spesa      |
| 1° anno - '89  | 12.814.000         | 615.000          | 12.199.000                 |                   | 12.814.000        |
| 2° anno - '90  | 17.100.000         | 855.000          | 16.245.000                 |                   | 17.100.000        |
| 3° anno - '91  | 28.062.000         | 1.596.000        | 19.276.000                 | 7.190.000         | 28.062.000        |
| 4° anno - '92  | 29.832.000         | 2.094.000        | 11.066.000                 | 0                 | 13.160.000        |
| 5° anno - '93  | 27.545.000         | 1.837.000        | 12.904.000                 | 2.163.200         | 16.904.200        |
| 6° anno - '94  | 0                  | 0                | 1.562.153                  | 9.024.647         | 10.586.800        |
| 7° anno - '95  | 0                  | 0                | 2.726.000                  | 14.000.000        |                   |
| <b>Totale</b>  | <b>115.353.000</b> | <b>6.997.000</b> | <b>75.978.153</b>          | <b>32.377.847</b> | <b>98.627.000</b> |

da sperimentare dall'influenza dell'ambiente esterno. I risultati della ricerca hanno portato alla progettazione di una «struttura sperimentale ad involucro ed impianto intercambiabili».

Il sistema consiste in una struttura di tipo tradizionale in travi e pilastri in calcestruzzo armato in grado di supportare diverse soluzioni di tamponamento, tra cui:

- sistemi e componenti bioclimatici di parete esterna;
- impianti e relativi dispositivi di regolazione dell'ambiente interno in presenza di componenti bioclimatici;
- componenti di involucro esterno per isolamento acustico;
- dispositivi innovativi di ottimizzazione della captazione luminosa;
- sistemi di facciata continua strutturale.

Lo studio delle metodologie di valutazione è tuttora in corso e si basa su modelli matematici da sperimentare e tarare nella realtà della strumentazione tecnologica.

La ricerca è abbastanza importante perché ha mosso la creatività dei ricercatori dell'ICITE che ha portato alla definizione di due tipologie di componente che sono state sperimentate con la metodologia del «test-cell» sopra descritta. Si tratta di un sistema multistrato opaco automatizzato ed una finestra ventilata a trasparenza variabile, entrambi brevettati (responsabile scientifico Italo Meroni).

Il sistema multistrato opaco automa-

tizzato consiste di due parti modulari: un componente multistrato opaco prefabbricato con funzione di partizione esterna e in un Modulo di Gestione Energetica (MGE) costituente la parte impiantistica del sistema. L'IMGE gestisce (attraverso l'apertura o la chiusura automatica di apposite grate situate in prossimità del pavimento e del soffitto della stanza) i flussi termici che la parete scambia con l'esterno e con l'interno per mezzo della propria intercapedine. Un impianto di celle fotovoltaiche assicura l'energia al sistema che nel periodo invernale sfrutta il riscaldamento della massa d'aria presente nell'intercapedine per trasferire calore all'interno, mentre in estate evita il surriscaldamento dell'aria nell'ambiente interno asportando calore e convogliandolo all'esterno. In base ai test condotti nel periodo invernale, in presenza di una radiazione solare debole la «test-cell» dotata di questo componente risparmia il 30% di energia rispetto al «test-cell» di riferimento chiusa da pareti di tipo corrente; con radiazione solare intensa il risparmio si aggira intorno al 50%, mentre il rendimento termico del sistema risulta essere del 12%. Nel periodo estivo il componente consente un abbassamento di 2-3°C della temperatura interna, quando questa supera di 5°C quella esterna.

La finestra ventilata a trasparenza variabile consiste in una finestra a triplo vetro, a isolamento dinamico, per mez-

**Tabella 2 Fondi spesi per ricerca dal PF Edilizia nel quinquennio (in migliaia di lire)**

|                                       |                   |
|---------------------------------------|-------------------|
| <b>Programma esecutivo '89</b>        |                   |
| SP Processo e Procedure               | 2.195.000         |
| SP Innovazione nel Progetto           | 4.324.000         |
| SP Qualità ed Innovazione Tecnologica | 4.880.000         |
| <b>Totale '89</b>                     | <b>11.399.000</b> |
| <b>Programma Esecutivo '90</b>        |                   |
| SP Processo e Procedure               | 3.180.000         |
| SP Innovazione nel Progetto           | 5.630.000         |
| SP Qualità ed Innovazione Tecnologica | 5.863.000         |
| <b>Totale '90</b>                     | <b>14.673.000</b> |
| <b>Programma Esecutivo '91</b>        |                   |
| SP Processo e Procedure               | 2.712.000         |
| SP Innovazione nel Progetto           | 6.301.000         |
| SP Qualità ed Innovazione Tecnologica | 4.291.000         |
| <b>Totale '91</b>                     | <b>13.304.000</b> |
| <b>Programma Esecutivo '92</b>        |                   |
| SP Processo e Procedure               | 2.865.000         |
| SP Innovazione nel Progetto           | 3.535.000         |
| SP Qualità ed Innovazione Tecnologica | 3.366.000         |
| <b>Totale '92</b>                     | <b>9.766.000</b>  |
| <b>Programma Esecutivo '93</b>        |                   |
| SP Processo e Procedure               | 3.333.000         |
| SP Innovazione nel Progetto           | 3.729.000         |
| SP Qualità ed Innovazione Tecnologica | 4.820.000         |
| <b>Totale '93</b>                     | <b>11.882.000</b> |
| <b>Totale spese per ricerca</b>       | <b>61.024.000</b> |

zo della quale è possibile ridurre il flusso di calore tra esterno e interno di un ambiente all'aumentare della temperatura. Il vetro esterno è in realtà una vetrocamera isolante, mentre all'interno si trova un vetro elettrocromatico utilizzante celle fotovoltaiche per alimentare i propri dispositivi elettrici incorporati nel telaio.

Tra i due vetri vi è un'intercapedine ventilata (per mezzo di una feritoia alla base del serramento verso l'interno e di valvole di deflusso superiori) con funzione simile a quella del componente opaco prima descritto. In inverno il vetro elettrocromatico può essere scurito fino all'80% e trasformato in una piastra riscaldante l'aria dell'intercapedine che viene quindi convogliata dall'esterno all'interno. In estate, a vetri completamente trasparenti, aprendo verso l'esterno le valvole superiori, si crea un moto

soprastimare il rendimento dei campioni e ciò è in parte dovuto al fatto che risulta difficile ricostruire sperimentalmente le condizioni teoriche ideali di scambio convettivo nell'intercapedine. La sperimentazione ha comunque permesso di porre in evidenza la riduzione della termotrasmissione di questi serramenti e la loro attitudine all'impiego di edifici con ventilazione artificiale (ospedali, uffici).

La tematica di ricerca che punta alle metodologie di valutazione ha portato alla realizzazione di uno strumento software di modellazione (responsabile scientifico prof. Federico Butera).

Lo studio è stato finalizzato alla realizzazione di un software chiamato ACEA (Assistente per il Controllo Energetico ed Ambientale), basato sul software Guide 3.0 per Windows 3.0 e Macintosh. Si tratta di un ipertesto per lo studio e la modellazione dei parame-

tri dimensionali dell'edificio che fornisce indicazioni sul consumo energetico di quest'ultimo e su possibili positive modificazioni del progetto in funzione del miglioramento delle condizioni termoisometriche interne nel periodo estivo, in zone a clima temperato. L'ipertesto, a differenza di quelli già esistenti, è stato ideato come uno strumento che non presuppone che il processo ideativo e progettuale dell'edificio si adatti al nuovo strumento, ma al contrario, tiene conto di tutte le complessità insite nella progettazione per fornire al progettista indicazioni e risultati completi e realmente utilizzabili.

L'Unità Operativa CSI, sotto la responsabilità scientifica del prof. Sergio Croce, ha seguito un percorso parallelo alla precedente ricerca, indagando i sistemi di involucro ad isolamento dinamico, progettando ed allestendo presso il CSI un test-cell di dimensioni molto simili a quelle di un elemento ripetitivo di un corpo di fabbricato (3x3x8, 40), secondo la filosofia della camera del progetto Passys del Centro Comune di Ricerche di Ispra. La sperimentazione è stata compiuta su serramenti a intercapedine con vetro singolo, singolo-doppio, doppio-doppio; i risultati ottenuti sembrano

tri dimensionali dell'edificio che fornisce indicazioni sul consumo energetico di quest'ultimo e su possibili positive modificazioni del progetto in funzione del miglioramento delle condizioni termoisometriche interne nel periodo estivo, in zone a clima temperato. L'ipertesto, a differenza di quelli già esistenti, è stato ideato come uno strumento che non presuppone che il processo ideativo e progettuale dell'edificio si adatti al nuovo strumento, ma al contrario, tiene conto di tutte le complessità insite nella progettazione per fornire al progettista indicazioni e risultati completi e realmente utilizzabili.

La struttura del programma è composta di tre sezioni interagenti: un database, una sezione di istruzione in cui le informazioni contenute sono disponibili sotto forma di manuale di tipo «tradizionale» e il sistema esperto, contenente i modelli di simulazione, che elabora i dati dimensionali e i parametri fisici inseriti dall'utente confrontabili sia con le prestazioni di un edificio «ideale» basato sulla posizione, il soleggiamento, i materiali costruttivi, la disposizione dei locali e delle aperture dati, sia con la media statistica dei rendimenti termoisometrici degli edifici già presenti nella zona considerata. Per esplicare queste funzioni il sistema esperto adotta cinque strategie:

- il controllo della radiazione solare;
- il controllo dei flussi termici;
- il controllo delle fonti interne di calore;
- l'estrazione del calore;
- il raffrescamento naturale.

Il risultato è un'analisi del progetto che pone in evidenza le scelte che producono uno scostamento del progetto ideale, incidendo sul confort estivo, invernale e luminoso.

Lo strumento offre quindi al progettista una gamma di possibili aree di intervento correttivo.

Altre ricerche svolte da unità operative del Progetto Finalizzato sui temi energetici, sono ugualmente importanti anche se non vengono menzionate in queste poche righe. Fanno parte di quella ricerca «diffusa», a volte un po' troppo silente, che è tuttavia la vera base culturale per il nostro progredire.

**Claudio Cerruti**  
Direttore Progetto Finalizzato Edilizia-CNR