

Lo sfruttamento delle energie rinnovabili negli edifici residenziali

Negli scorsi due decenni il Regno Unito ha incoraggiato alcune interessanti ricerche sul tema del risparmio energetico nell'edilizia residenziale. Tali ricerche sono state rielaborate dalla Architectural Association in un'analisi di tipo più complessivo che offre numerosi spunti di riflessione

Il Regno Unito, nel corso degli anni Ottanta e Novanta, si è distinto per l'impegno nella definizione di standards per il perseguimento del risparmio energetico nelle abitazioni. Il caso di questo Paese non è, probabilmente, il più avanzato sperimentalmente sulla scena europea; né l'isola britannica è l'area geografica che ha in assoluto espresso la produzione quantitativamente più elevata di edifici innovativi da un punto di vista bioclimatico; primato, questo, probabilmente spettante all'Europa continentale del centro-nord. L'interesse di tale esperienza è, piuttosto, individuabile nel pragmatismo che denota; piccole dosi del quale non potrebbero che giovare ad una realtà per molti versi opposta, come quella italiana, la quale, nel campo della sperimentazione della casa a basso consumo energetico, pare ancora, nonostante i programmi di ricerca già avviati, affidarsi alla spinta propulsiva prodotta da sperimentazioni isolate e, in alcuni casi, volontaristiche.

Questo pragmatismo è ravvisabile sia nell'obiettivo del programma – che è stato quello di elevare il livello qualitativo della produzione edilizia corrente più che di supportare la sperimentazione high-tech –, sia nel metodo con il quale esso è stato condotto; metodo che, avvalendosi del supporto di riscontri legislativi avanzati, ha implicato il monitoraggio di casi studio reali capillarmente diffusi sul territorio e ha prodotto un patrimonio di informazioni diretto soprattutto al mondo delle professioni.

L'esperienza a cui si fa qui riferimento è in realtà il risultato di numerosi programmi separati, i più noti e consistenti dei quali sono stati gli *House Design Studies* coordinati nell'am-



David Clarke Associates. Christopher Taylor Court a Rowheath, Bournville, Birmingham, 1983-86.

bito del *Solar Energy Research and Development Programme* del Dipartimento di Industria e Commercio del Regno Unito; la cui finalizzazione analitica e divulgativa è però spettata all'Architectural Association Graduate School, la quale, sotto il coordinamento del Prof. Simos Yannas, ha intrapreso, all'inizio degli anni Novanta, grazie ai medesimi finanziamenti, una cernita e una sistematizzazione dei risultati prodotti¹.

Le metodologie adottate Gli edifici presi in esame sono stati suddivisi per famiglia tipologica (case isolate, complessi di case isolate, case a schiera, case d'appartamenti) e per ciascuno di essi sono stati evidenziati i principali punti di forza e di debolezza relativi al loro rendimento energetico. L'omogeneità dei criteri di valutazione utilizzati – probabilmente la questione più delicata da affrontare nell'ambito di studi basati sulla disamina di casi reali – è stata qui perseguita attraverso l'adozione di una serie piuttosto completa di indicatori, relativi alle caratteristiche climatiche delle zone di intervento, alla forma e alla grandezza degli edifici, al loro orientamento, e, specialmente, al loro rendimento energetico sia teorico – calcolato con appositi software dedicati (nello specifico, SERI-RES) –, sia reale (monitorato nel corso di almeno un anno di esercizio).

Tra gli indici più significativi che si sono utilizzati, vanno menzionati i coefficienti che esprimono la percentuale di perdita termica totale dell'involucro edilizio⁽²⁾, la percentuale di energia per il riscaldamento ricavata dai mezzi solari passivi sul fabbisogno energetico totale dell'edificio, la percentuale di energia fornita dai sistemi di riscaldamento forzato⁽³⁾ e la stima del quantitativo di CO₂ prodotta da questi. Essendo, comunque, gli autori coscienti di quanto ciascuno dei suddetti valori fosse intensamente dipendente da variabili contingenti (quali quelle relative al regime di utilizzo e di occupazione degli edifici, ai livelli delle temperature interne di esercizio e alle condizioni meteorologiche locali), è stato da essi a buona ragione reputato necessario ricorrere alla definizione di un indice più oggettivo, tale da garantire la comparazione di edifici di tipo e collocazione anche molto disparati.

Tale indice energetico, espresso nelle medesime dimensioni degli indici già menzionati (kilowattore per metro quadro di area totale di pavimento riscaldato) e sviluppato in modo tale da soddisfare un elevato grado di correlazione (nell'ordine del 5%) con i risultati delle simulazioni termiche, è stato calcolato in riferimento a parametri climatici e gestionali fissi, e specificamente: alla situazione meteorologica della zona di Birmingham, a una tabella oraria di utilizzo quotidiano compreso tra le 7 del mattino e le 11 di sera, a una temperatura abitativa di 19 gradi costanti durante le ore di riscaldamento e a un guadagno solare annuo lordo di circa 6.900 kilowatt ore (5.400 kWh per le case a schiera e le abitazioni in edifici d'appartamenti).

Una lettura dei valori di tale indice fornisce una prima indicazione dell'efficienza energetica riscontrata per le quattro famiglie tipologiche analizzate. Le misurazioni e le simulazioni hanno prodotto risultati compresi tra 95 e 20 kWh/m² per le case isolate (con valori di 45-50 kWh/m² da considerarsi come soddisfacenti), tra i 10 e i 70 kWh/m² per i complessi residenziali derivati dall'aggregazione di unità singole (con valori attorno ai 40-45 kWh/m² da considerarsi



Jacques e Adams. Casa a North Ronaldsay, Orkney, 1980-84.

come soddisfacenti – si tratta dunque di valori leggermente più bassi, perciò più vantaggiosi), tra i 75 e i 35 kWh/m² per le case a schiera (la casistica, in questo caso, era più scarna e perciò meno significativa: a dispetto di quanto possano dire le cifre, infatti, questo schema rimane in realtà – grazie alle sue prerogative di ridotta dissipazione termica – molto adatto allo sviluppo di strategie mirate alla climatizzazione naturale⁽⁴⁾ e tra i 40 e gli 80 kWh/m² per le case di appartamenti (anche in questo caso la casistica era piuttosto povera; non tanto però da celare che anche il rendimento termico di tali schemi si giovi di bassi livelli di dissipazione termica, al prezzo, però, di una minore accessibilità solare).

Oltre a fornire indicazioni comparative circa il rendimento delle differenti famiglie tipologiche, questo modo di procedere ha permesso di stimare in termini percentuali il risparmio energetico ottenuto per ciascun edificio sul dispendio che mediamente caratterizza costruzioni progettate secondo i canoni più usuali, e ha reso possibile la produzione di riflessioni piuttosto precise sui rapporti esistenti tra soluzioni e benefici; e ciò tanto in riferimento alle tecnologie costruttive, quanto ai parametri di forma.

Da questo punto di vista, lo studio ha fornito conferme più che sorprese; ma anche questo non riduce il suo valore, dal momento che è proprio nel connubio tra rigore metodologico e saldezza dei riscontri sperimentali che esso va ricercato.

I risultati ottenuti Entrando più specificamente nel merito dei risultati ottenuti, quello che si individua con più chiarezza è che essi sottolineano l'enorme importanza delle scelte progettuali più generali, ossia quelle relative alla forma e all'orientamento dei corpi costruiti.⁽⁵⁾ Tale consapevolezza non va in alcun modo a sminuire la rilevanza delle scelte tradizionalmente intese come a più pieno titolo rientranti nell'ambito tecnologico, quali

L'intervento consiste in un gruppo di abitazioni unifamiliari di forma intermedia tra una T e una L, aggregate in modo tale da formare spazi a cortile compresi tra il corpo più lungo e il retro cieco dell'edificio antistante. Il progetto costituisce una risposta alle difficoltà che talvolta possono riscontrarsi nel soddisfare i criteri di esposizione e apertura solare senza compromettere la possibilità di creazione di spazi intermedi - patii e cortili - a misura d'uomo. L'accumulo termico, massimo nei corpi allungati di modesta profondità che ospitano le cucine-soggiorni, è di tipo diretto. La muratura è costituita da un paramento in laterizio a vista, cavità interna e blocchi alleggeriti intonacati. La messa in opera della barriera interna alla cavità - impermeabile all'acqua, all'aria e al vapore - si è però rivelata più problematica del previsto, e ciò si è tradotto in una notevole diminuzione della sua tenuta alle infiltrazioni d'aria.

Cinque delle sette costruzioni contano su vetrazioni ad alte prestazioni termiche. I primi due edifici costruiti erano originariamente stati dotati di controlli automatici per l'orientamento delle schermature esterne, che non sono però stati inclusi nelle successive realizzazioni a causa della loro scarsa affidabilità.



Vista del pergolato dal cortile.

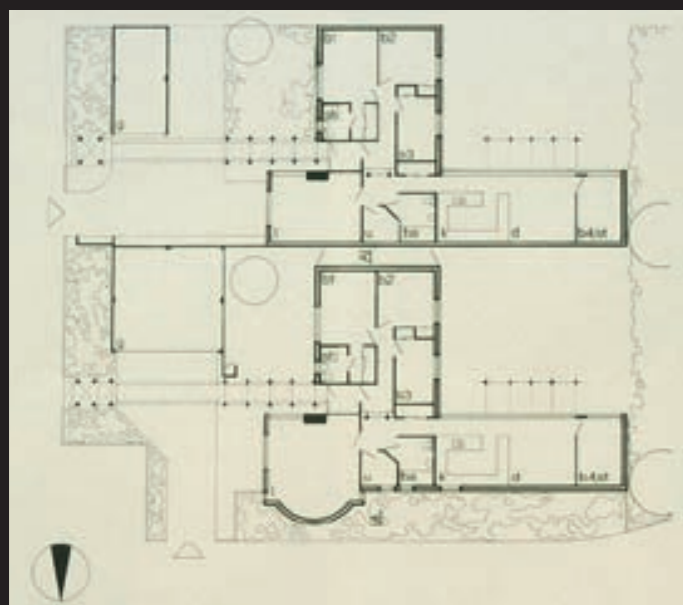


Sezione sul cortile solare.



Pianta di due abitazioni.

Veduta della pergola e delle vetrazioni del soggiorno.



quelle relative alla scelta e alla configurazione dei materiali. Testimonia semplicemente che le scelte inerenti alla conformazione dello spazio sono inscindibili dalle seconde; e ci ricorda che, essendo la progettazione di costruzioni bioclimatiche un processo che solo al prezzo di grandi accortezze e fatiche garantisce la copertura non di tutto, ma di appena una parte - e di una parte spesso inferiore alla metà - del fabbisogno totale di energia per il riscaldamento e l'illuminazione di un edificio, una corretta concezione della forma e dell'orientamento edilizio risulta spesso l'elemento determinante che distingue una costruzione potenzialmente bioclimatica da una per la quale si potrà, magari, ottenere qualche risparmio energetico, ma che veramente bioclimatica non potrà mai essere.

Per quanto riguarda l'orientamento, condizione essenziale si conferma essere quella di un soddisfacente livello di esposizione verso sud ("apertura" solare).⁽⁶⁾

Come da teoria, anche nei casi analizzati molte delle abitazioni più efficienti risultavano allungate lungo l'asse est-ovest e presentavano affacci meridionali ampiamente vetrati, ai quali facevano generalmente riscontro facciate nord caratterizzate da elevati livelli di chiusura. Interessante, a questo proposito, è però notare che, come lo studio evidenzia, anche forme compatte possano dimostrarsi notevolmente efficienti per edifici isolati, in ragione della limitata attitudine alla dissipazione termica propria di queste situazioni; la quale caratteristica viene, in qualche modo, a compensare il decremento di guadagno solare.⁽⁷⁾

Entrando nel merito delle soluzioni considerate più tradizionalmente "tecnologiche", lo studio evidenzia, per prima cosa, l'essenziale ruolo giocato dalle interfacce specializzate dell'involucro, quali gli infissi, le vetrazioni e i sistemi di guadagno termico.

A proposito di questi ultimi, spicca il più omogeneo rendimento ottenibile da sistemi di accumulo indiretto rispetto a quelli di tipo diretto;⁽⁸⁾ vantaggio motivato dal fatto che tale soluzione consente una maggiore stabilità termica e luminosa nei vani abitati, a fronte di livelli di efficienza energetica solo lievemente inferiori.

Per quanto riguarda invece gli infissi, dalle prove emerge con evidenza la necessità di una riflessione approfondita sulla questione della loro tenuta all'aria. Esse suggeriscono, infatti, che la rilevanza di tale parametro sia frequentemente sopravvalutata. Come è noto, in effetti, una certa quantità di ricambio d'aria risulta fisiologica negli ambienti abitati.

Ridurre le infiltrazioni oltre i termini ragionevoli determina spesso la necessità di provvedere all'integrazione del ricambio d'aria mediante apertura degli infissi operabili; strategia destinata a vanificare la spesa e l'impegno necessari ad accrescere la tenuta degli infissi stessi e delle murature.

Ciò che a volte si è tentati di qualificare come "cattivo utilizzo da parte degli abitanti" (cosa che peraltro gli estensori

inglesi si guardano bene dal fare) non è in realtà che una contromisura inevitabile.

Un tasso di infiltrazione ridotto a 0,5 o 0,4 ricambi d'aria/ora dovrebbe apparire in realtà adeguato al perseguimento del risparmio energetico.

L'ipotetico vantaggio generato da valori più bassi, come le lamentele degli abitanti di alcune delle residenze esaminate dimostrano, rimane tale solo sulla carta.

Sempre per quanto riguarda i sistemi di vetratura, la sperimentazione evidenzia l'inequivocabile vantaggio generato dall'impiego di vetri e infissi di elevate prestazioni termiche.

Tali soluzioni consistono usualmente in sistemi di vetratura multipla montata su infissi a bassa conduttività, con cavità riempite di gas isolante.⁽⁹⁾

La bassa conduttanza dei sistemi finestra, garantita da tali configurazioni, viene a compensare infatti abbondantemente la riduzione di guadagno termico solare causata dall'aumento del numero delle lastre vetrate.

Ancora in relazione alle interfacce esterne degli edifici, i risultati della ricerca sottolineano l'importanza del ruolo rivestito dai valori di isolamento dell'involucro murario. Ne è la riprova il fatto che le prestazioni evidenziate dalle costruzioni con struttura a telaio ligneo - le cui pareti perimetrali nei casi considerati erano costituite da paramento in laterizio abbinato a generosi spessori di materiale coibente - sono risultate decisamente elevate, a dispetto della modesta capacità termica degli involucri in questione.

L'importanza di una bassa conduttanza dell'involucro edilizio si manifesta anche nell'incremento di efficienza energetica derivante da drastiche riduzioni della superficie vetrata rivolta a nord. Tale stato di cose rende però spesso impegnativo accordare le esigenze dell'abitabilità con quelle della pura efficienza quantitativa. Né si può tralasciare il fatto che per tali affacci, specialmente in presenza di spazi-cuscinetto a ridosso della pareti settentrionali, anche un'elevata inerzia termica degli elementi costruttivi impiegati possa risultare svantaggiosa (occorre comunque tenere presente che questo risultato è favorito dal tenue regime di insolazione caratteristico della collocazione geografica degli edifici analizzati).⁽¹⁰⁾

Rimanendo nell'ambito delle interfacce tra edificio e ambiente esterno, la ricerca mette altresì in luce l'importanza della coibentazione dell'appoggio al suolo.

Quasi tutte le costruzioni analizzate, specialmente gli edifici bassi, prevedevano, infatti, ai piani terreni o seminterrati, l'impiego di lastre in calcestruzzo isolate inferiormente mediante generosi spessori di materiale isolante (in genere, una decina di centimetri di styrofoam o, in qualche situazione, cinque centimetri di vermiculite espansa).

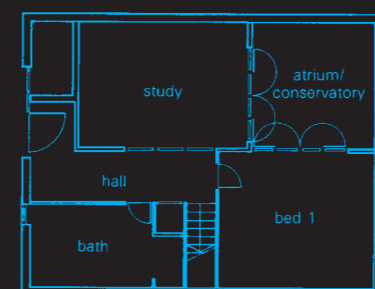
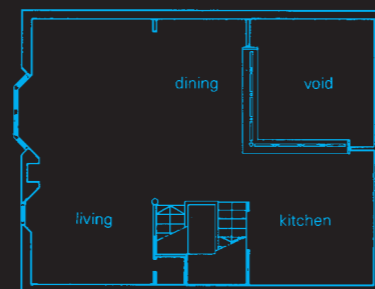
Quando tale provvedimento non è stato adottato, esso si è puntualmente segnalato a posteriori come consigliabile per migliorare la performance energetica delle abitazioni.

Questa realizzazione costituisce un interessante esempio di progettazione bioclimatica in area urbana. La logica dell'intervento è motivata da importanti vincoli di progetto, i principali dei quali riconducibili alla forma e alla collocazione dell'area edificabile. Questa consisteva in un lotto di modeste dimensioni e approssimativamente quadrato che offriva una sola possibilità di affaccio, verso ovest. Né il contesto urbano, né l'orientamento del lotto consigliavano quindi il posizionamento di una serra in facciata; la quale, tra l'altro, non avrebbe risolto le esigenze di illuminazione e soleggiamento delle parti interne del volume edificato. I progettisti hanno scelto di volgersi alla città con una facciata molto misurata e piuttosto ermetica rispetto alle consuetudini degli edifici bioclimatici e di posizionare un pozzo di luce superiormente vetrato – con inclinazione della vetratura orientata verso sud – proprio in corrispondenza dell'angolo nord-occidentale del lotto, così da utilizzare il muro perimetrale sul fondo dello stesso per l'accumulo termico nelle mezze stagioni e creare all'interno delle abitazioni uno spazio di transizione microclimatica caratterizzato da situazioni termoigrometriche per molti versi intermedie tra quelle interne ed esterne. Al piano superiore è stata inoltre ricavata un'ampia terrazza sull'affaccio principale.

Facciata ovest.



Vista interna della copertura vetrata dell'atrio.



Spaccato prospettico.

Piante del piano terra, del primo e del secondo piano.

Ciò che rimane da fare A conclusione di quanto detto, è utile considerare che gli interessanti risultati dell'esperienza britannica qui presentata – di cui gli esempi relativi agli interventi di Feilden Clegg e di Greenberg & Hawkes riportati nelle schede e nelle illustrazioni costituiscono un valido esempio – nel loro interesse scientifico non possono che esacerbare il rammarico della mancanza di un analogo studio riferito alla realtà italiana.

Non si può infatti ignorare che questa ricerca è stata pur sempre sviluppata in riferimento a modelli culturali e climatici molto diversi dai nostri; e che pertanto la necessità di ricerca attorno ai modelli e alle soluzioni più adatte al nostro più mite, ma anche mutevole, clima, rimane quantomai aperta.

Alcune riflessioni sul laterizio come materiale di accumulo termico Come si accennava, il patrimonio figurativo di riferimento per la maggior parte delle realizzazioni analizzate è in larga misura basato sull'impiego dei mattoni faccia a vista. Il laterizio vi è infatti utilizzato sia per paramenti murari, sia, piuttosto spesso, come materiale strutturale; facendo, in questo caso, tesoro delle sue proprietà di inerzia termica.⁽¹¹⁾

In ragione di questo stato di cose, la sperimentazione in oggetto fornisce, tra le altre informazioni, anche preziosi elementi di riflessione sulle possibilità offerte dal laterizio nella realizzazione di abitazioni bioclimatiche.

Le soluzioni tecnologiche riscontrate per le case unifamiliari e per quelle a schiera prevedevano spesso l'impiego di murature portanti. In tali casi, lo schema più frequente per gli involucri edilizi consisteva in un paramento in laterizio, una cavità interna alla parete – in rari casi ventilata – generosamente dimensionata e riempita di materiale isolante, e di uno spessore interno in blocchi portanti pieni o semipieni di maggiore dimensione, spesso impiegato anche per l'approntamento dei principali muri divisorii tra le abitazioni, allo scopo di sfruttarne appieno la capacità termica. È intuitivo come tale caratteristica, ossia la quantità di calore che una muratura è in grado di incamerare, sia indispensabile in una costruzione bioclimatica: il calore viene assorbito dal materiale che costituisce la massa di accumulo nei momenti più caldi della giornata e viene lentamente rilasciato nell'ambiente quando questo si viene a trovare a temperatura più bassa del materiale stesso. Maggiore è la capacità termica, maggiore sarà la "provvista" di calore che la massa di accumulo riuscirà a immagazzinare e successivamente a restituire, contribuendo, così, a stabilizzare la temperatura ambientale interna all'edificio. ¶

Note

1. Tale ricerca è stata organizzata dalla Energy Technology Support Unit (ETSU). La pubblicazione che ne è derivata, *Solar Energy in Housing Design*, curata dallo stesso Yannas e coordinata dal *Building Research Establish-*

ment, è stata suddivisa in due volumi: uno relativo ai principi teorici e agli obiettivi del programma e l'altro basato su una disamina approfondita degli esempi più significativi. Il primo volume è un prodotto accurato e accessibile. Ma il secondo spicca sull'altro per il rigore metodologico che vi si può riscontrare nella sistematizzazione della casistica esaminata; risultato, questo, tantopiù rimarchevole in considerazione dell'elevato numero di casi studio disponibili ai curatori (più di cento) e effettivamente trattati nella pubblicazione (ventisette, cinque dei quali non appartenenti alla realtà inglese, bensì centroeuropea).

Si segnala, tra l'altro, che tale pubblicazione ha in seguito costituito uno dei principali supporti teorici per l'attività didattica della stessa Architectural Association; la quale ha così contribuito, a sua volta, a rafforzare il circolo virtuoso già avviato con lo svolgimento dei programmi stessi. L'indirizzo internet dell'attuale *Environment and Energy Studies Programme* dell'Architectural Association è <http://www.arch-assoc.org.uk/ee/E&Ex01.htm>. In Italia vi sono e vi sono state diverse iniziative dirette nella medesima direzione (tra le quali il corso di formazione post-lauream organizzato dal Gruppo ABITA nel 1998 e il master postuniversitario avviato nell'anno accademico 1999-2000 presso l'Università di Modena dalla Facoltà di Architettura di Ferrara), ma esse paiono purtroppo ancora eccentriche rispetto alle correnti dominanti della politica nazionale alla Formazione.

2. Tale coefficiente è misurato in Watt/Kelvin e in Watt/Kelvin per metro quadro di superficie residenziale riscaldata. Entrambe questi valori rendono conto sia della perdita di calore per trasmissione riscontrabile nell'involucro edilizio, sia della perdita di calore per infiltrazione derivante dal tasso di infiltrazione, misurato o simulato, in termini di ricambi d'aria/ora. L'effetto cuscinetto delle serre non è però incluso in tale stima.

3. In questo caso, misurata in kiloWatt/ore e in kiloWatt/ore per metro quadro di area totale di pavimento riscaldata.

4. La quale è dovuta, a sua volta, al fatto che le abitazioni sono confinanti le une con le altre.

5. E questa consapevolezza non può che sgombrare il campo dai sospetti di tecnicismo che talvolta gravano sull'architettura bioclimatica, contribuendo a legittimarla come a tutto diritto appartenente al patrimonio culturale fondativo dell'architetto, quello relativo alla gestione dello spazio.

6. Come è noto, gli affacci verso est e ovest, pur preziosi per l'illuminazione degli interni, possono infatti facilmente risultare causa di un eccessivo raffreddamento in inverno e surriscaldamento in estate.

7. Questo poiché il rapporto superficie/volume risulta minore. Questo dipende dal fatto che presentano pareti esterne proporzionalmente meno estese di quelle proprie di un edificio di forma allungata o concava. Si fa presente, tra l'altro, che il rendimento di forme più compatte risulta meno dipendente dall'accuratezza di realizzazione degli involucri edilizi (sia in negativo, sia, naturalmente, in positivo – e questo è il rovescio della medaglia).

8. Si ricorda che si è in presenza di una situazione di accumulo indiretto quando esso avviene in ambienti separati da quelli da climatizzare.

9. Come argon o krypton.

10. Si ricorda che le più importanti caratteristiche fisiche da considerarsi per la previsione del comportamento termico di un involucro edilizio sono quelle della conduttività e della capacità termica. A un maggiore isolamento delle facciate dell'edificio, e, in particolare delle facciate più sfavorite, quelle nord, est e ovest, corrisponde, in linea di massima, un rendimento più efficiente dell'intero organismo energetico; mentre la capacità termica si rivela essenziale specialmente nelle masse edilizie che sono colpite dai raggi solari nella parte centrale della giornata. In tutti i casi, comunque, l'effetto positivo delle masse di inerzia termica appare valorizzato da una collocazione degli spessori isolanti per quanto possibile esterna alla massa stessa.

11. Con il termine "costruzione bioclimatica" è da intendersi quella costruzione che ottimizza lo sfruttamento delle energie naturali per la climatizzazione degli ambienti; e questo sia al fine di ottenere un risparmio energetico, sia al fine di perseguire, attraverso la realizzazione di un rapporto più intimo tra l'abitante e la natura, un incremento del benessere abitativo.