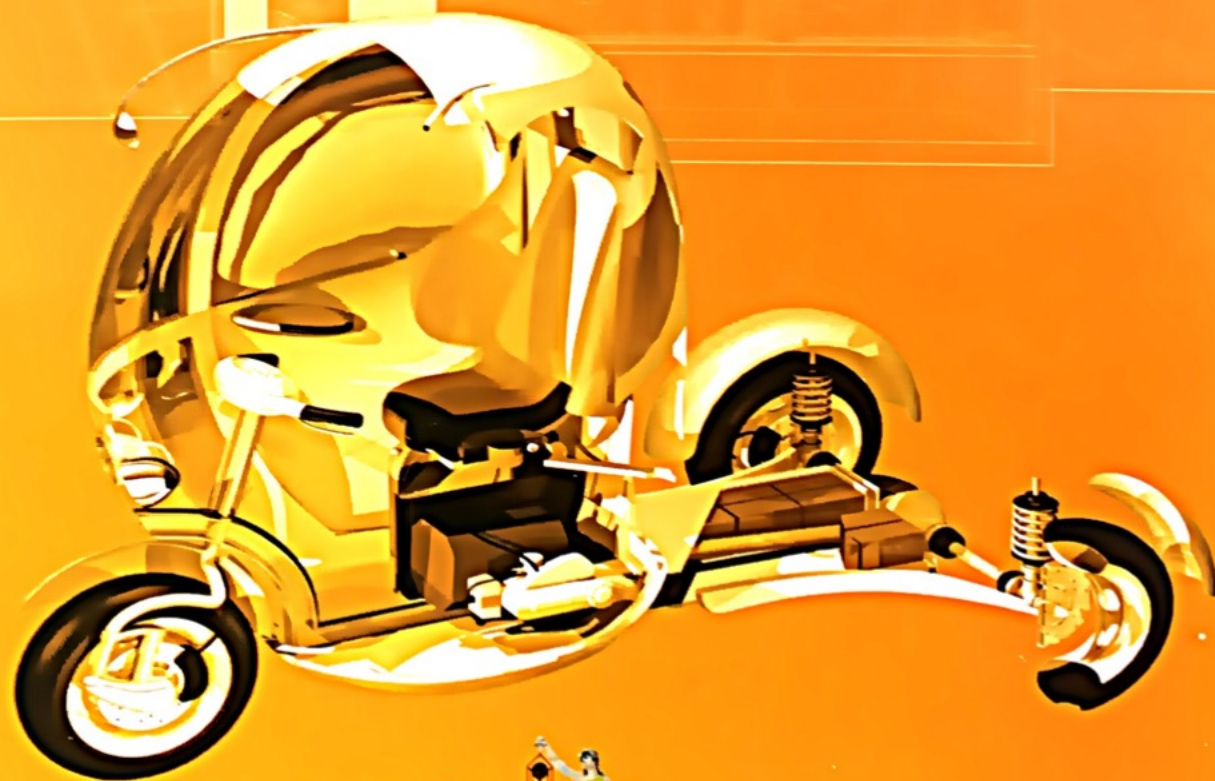


# DESIGN E INNOVAZIONE TECNOLOGICA

modelli d'innovazione per l'impresa e l'ambiente

a cura di MARIA CRISTINA FORLANI e ANDREA VALLICELLI

Dd'A  
DESIGN



  
GANGEMI EDITORE®  
INTERNATIONAL PUBLISHING

©  
Proprietà letteraria riservata  
**Gangemi Editore spa**  
Piazza San Pantaleo 4, Roma  
www.gangemieditore.it

Nessuna parte di questa  
pubblicazione può essere  
memorizzata, fotocopiata o  
comunque riprodotta senza  
le dovute autorizzazioni.

*Le nostre edizioni sono disponibili  
in Italia e all'estero anche in  
versione ebook.*

*Our publications, both as book  
and ebooks, are available in Italy  
and abroad.*

ISBN 978-88-492-3326-1

In copertina:

*Triciclo ispirato all'Ape Piaggio (A. Bruno) e schema del funzionamento bioclimatico di un edificio (G. Bruzzi, A. Cimini, D. Palazzo).*

Volume pubblicato con il contributo del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara



*a cura di M. Cristina Forlani e Andrea Vallicelli*

**DESIGN E INNOVAZIONE  
TECNOLOGICA**  
modelli d'innovazione  
per l'impresa e l'ambiente

7 Prefazione | *Foreword*

M. Cristina Forlani

11 Introduzione | *Introduction*

M. Cristina Forlani, Andrea Vallicelli

PARTE PRIMA | *FIRST PART*

Metodi e strumenti di progettazione |  
*Methods and Tools of Design*

16 **Il design per l'innovazione del sistema-prodotto** | *Innovative system-product design*

Antonio Marano

24 **Gli strumenti digitali per il design** | *Digital design tools*

Massimo Di Nicolantonio

32 **La progettazione ergonomica** | *Ergonomics*

Giuseppe Di Bucchianico

40 **La progettazione bioclimatica** | *Bioclimatic design*

Michele Lepore

48 **La progettazione e la valutazione del ciclo di vita** | *Life-Cycle Design and Assessment*

Patrizia Milano

56 **La progettazione e la valutazione del metabolismo urbano** | *The design*

*and evaluation of the urban metabolism*

Luciana Mastrolonardo

64 **Le materiotecche per l'innovazione di prodotto** | *Materials libraries for product innovation*

Stefania Camplone

PARTE SECONDA | *SECOND PART*

Valorizzazione delle risorse locali |  
*The Promotion of Local Resources*

74 **La trasformazione per un riuso efficace dell'edilizia minore** |

*Transformation for the efficient reuse of minor constructions*

Donatella Radogna

82 **La green economy** | *The green economy*

M. Cristina Forlani

90 **Il design per l'evoluzione dell'artigianato artistico** | *Design for the evolution of Arts & Crafts*

Dario Oggiano

98 **L'iter del disuso, riuso e riciclo** | *The process of decommissioning, reuse and recycling*

Stefania De Gregorio

106 **Il brand design per i luoghi** | *Place branding*

Stefano Picciani

PARTE TERZA | *THIRD PART*

Sostenibilità | *Sustainability*

116 **Il design del servizio-prodotto per l'autoproduzione domestica** | *The design*

*of services-products for domestic self-production*

Antonio Marano

- 124 **Il design for all** | *Il design for all*  
Giuseppe Di Bucchianico
- 132 **L'edilizia sostenibile** | *Sustainable construction*  
M. Cristina Forlani
- 140 **I territori e le città sostenibili** | *Sustainable territories and cities*  
M. Cristina Forlani, Luciana Mastrodonardo

PARTE QUARTA | *FOURTH PART*

**Produzione e industria** | *Innovation and Industry*

- 150 **La nautica da diporto** | *Pleasure boating*  
Andrea Vallicelli
- 158 **L'interior yacht design** | *Interior yacht design*  
Jessica Lagatta
- 166 **Il design per lo sportssystem** | *Design for the sport system*  
Eliana Baldassarri
- 174 **Il design per la mobilità sostenibile** | *Design for sustainable mobility*  
Eliana Baldassarri
- 182 **Il design per l'innovazione d'arredo** | *Innovative furniture design*  
Cynthia Ghelli
- 190 **L'energia dei sistemi e dei componenti passivi** | *Systems energy and passive components*  
Michele Lepore
- 198 **Il solar design** | *Solar design*  
Alessio D'Onofrio
- 206 **L'ecologia industriale** | *Industrial ecology*  
Luciana Mastrodonardo
- 214 **Il costruire contemporaneo** | *Contemporary construction*  
Donatella Radogna

PARTE QUINTA | *FIFTH PART*

**Comunicazione** | *Communication*

- 224 **Il progetto grafico** | *Graphic design*  
Stefano Picciani
- 232 **La comunicazione web e l'interazione multimediale** | *Web communication and multimedia interaction*  
Emilio Rossi

- 241 **Postfazione** | *Afterword*  
Andrea Vallicelli

**Appendici** | *Appendices*

- 246 **Bibliografia** | *Bibliography*
- 252 **Glossario** | *Glossary*

Michele Lepore

22.

## L'energia dei sistemi e dei componenti passivi | *Systems energy and passive components*

involucro edilizio, sistema solare passivo, serra bioclimatica, camino solare  
*building envelope, passive solar, bioclimatic greenhouse, solar chimney*

*Le architetture sostenibili e performanti sono il risultato di un approccio progettuale integrato, che considera l'involucro edilizio e i sistemi impiantistici-ambientali come parti sinergiche di un'unica soluzione progettuale. La progettazione dell'involucro architettonico ha come obiettivo la realizzazione di un elemento che sia capace di abbinare a un valore comunicativo, caratteristiche tecniche tali da garantire comfort interno e ridotti consumi energetici.*

*Oggi la tendenza è quella di definire nuovi elementi architettonici per l'involucro, capaci di sfuggire all'omologazione ed alla serialità della prefabbricazione, pur ricorrendo ad essa e alle più attuali tecniche industriali, con l'ovvio riscontro dell'economicità costruttiva. Herzog afferma che «il dettaglio costruttivo nel senso tradizionale del termine non esiste più: la collaborazione reciproca tra progettista e industria ne ha preso il posto [...] con l'intenzione di far capire i flussi che, passando per un certo nucleo, governano movimenti, correnti percorsi: è come se un respiro vitale riempisse le strutture e raccontasse come si genera il clima artificiale o quale sia il percorso del sole».*

*Sustainable and performing architecture is the result of an integrated approach to design that considers the building envelope and mechanical-electrical-environmental systems as synergetic parts of a unique solution. The design of the building envelope pursues the objective of creating an element that combines the value of communication with technological characteristics that guarantee indoor comfort and reduced energy consumption. The current trend is to define new architectural elements for the building envelope that break free of standardised approaches and serial repetitiveness of prefabrication, while still exploiting this latter and making use of the state-of-the-art in industrial techniques, with obvious impacts on the economy of construction. Herzog states that "the building detail in the traditional sense of the term no longer exists: it has been replaced by the reciprocal collaboration between designers and industry [...] with the intention of explaining the flows that, passing through a certain nucleus, govern movements along different paths: it is as if a vital breath fills these structures and speaks of how we generate an artificial climate or the path of the sun".*

La funzione fondamentale di un edificio è creare un ambiente stabile, termicamente equilibrato, indispensabile per la vita e il benessere degli individui. Il progetto dell'edificio deve, pertanto, rispondere alle mutevoli sollecitazioni ambientali attraverso soluzioni variabili, che tengano conto dei principali parametri fisici come temperatura dell'aria, temperatura media delle superfici, valori di ricambio e di velocità dell'aria, umidità relativa, luminanza e illuminamento, indispensabili per il comfort ambientale. Il sistema bioclimatico della serra addossata e il sistema *Barra-Costantini* possono rappresentare delle risposte progettuali adeguate alle variazioni ambientali.

### I tre livelli dell'habitat: micro, meso e macroambiente

L'uomo è totalmente immerso nell'ambiente fisico e dipende interamente da esso. Molte delle caratteristiche di questo ambiente sono ostili alla sopravvivenza e comunque tutte, sia le favorevoli, sia le ostili, sono in continua fluttuazione nel tempo e nello spazio. La capacità dell'uomo di adattarsi a tali trasformazioni, anche se abbastanza ampia, è di fatto insufficiente. La discrepanza tra le condizioni ideali interne all'organismo animale e quelle esterne è stressante e la sopravvivenza è possibile solo grazie a un costante equilibrio tra questi due *ambienti*.

L'uomo, in quanto animale, potrebbe sopravvivere in alcune zone climaticamente favorevoli, senza la necessità di alcuna modificazione architettonica. Ma, superando la pura esistenza biologica, esso ha costruito una sovrastruttura culturale (istituzioni, processi e attività) che non gli permette di sopravvivere all'esposizione diretta all'ambiente naturale. Così l'uomo è stato costretto a inventare lo spazio architettonico, a inventare, cioè, un *terzo ambiente* fatto a misura delle sue esigenze, interposto tra lui e il mondo. Se la funzione fondamentale dell'edificio è quella di sollevare dalle nostre spalle il carico ambientale dell'ambiente fisico e di creare il *terzo ambiente* (mesoambiente) che è richiesto dalla civilizzazione, dobbiamo giudicare gli edifici come qualsiasi altro strumento, cioè anche in base alle loro prestazioni.

L'habitat può essere visualizzato a tre differenti livelli, micro, meso e macroambiente, ciascuno dei quali è contenuto nell'altro, separati tra loro da interfacce. Per il corpo umano, l'interfaccia tra microambiente e mesoambiente è costituita dall'involucro continuo dell'epidermide. Per l'edificio, l'interfaccia tra il mesoambiente e il macroambiente è costituita dalle pareti e dai muri. Lungo queste interfacce installiamo delle membrane artificiali per modulare i flussi delle forze che le attraversano: vestiti lungo la linea del corpo, isolamenti, infissi, schermature lungo la linea dell'edificio. Il principale requisito richiesto all'interfaccia *edificio-ambiente* è quello di agire come un filtro selettivo dei flussi tra i due ambienti che essa separa (per esempio: radiazione solare, aria fredda o calda, umidità, polvere, veduta dall'interno, introspezione, luce naturale, rumore, insetti, pollini, animali nocivi, visitatori, intrusi, ecc.).

### Il progetto dell'involucro

Dal punto di vista fisico, l'involucro architettonico è «la superficie di controllo che delimita il sistema termodinamico dell'edificio». L'obiettivo dei sistemi di regolazione e interazione climatica attraverso l'involucro architettonico è quello di produrre un ambiente stabile, termicamente equilibrato, in grado di ottenere, anche in architettura, quello stato omeostatico indispensabile alla vita del mondo animale e vegetale. L'analogia con il mondo biologico implica che l'edificio richieda una pelle o membrana che, come quella cellulare o come l'epidermide animale, sia capace di dare una risposta variabile alle mutevoli sollecitazioni ambientali. Tuttavia, mentre le membrane o l'epidermide rispondono a precisi criteri di funzionamento non

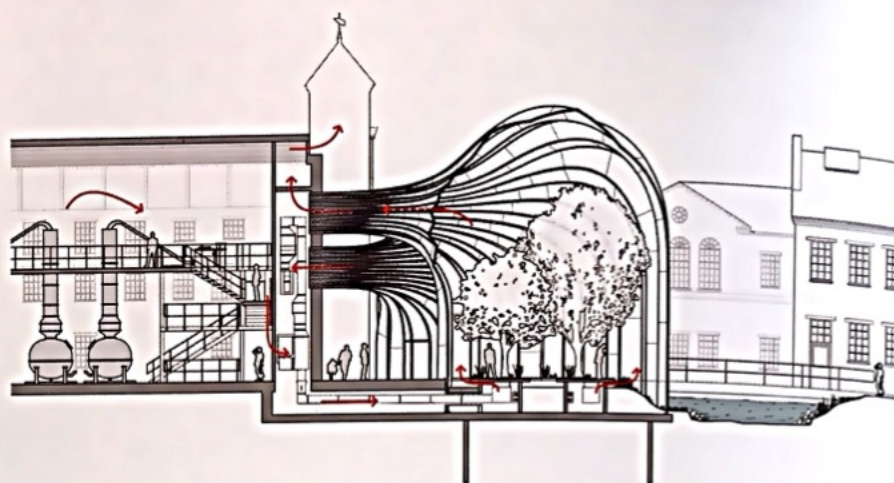


Fig. 236

La Bombay Sapphire  
Distillery Glasshouse,  
schemi di funzionamento.

controllabili volontariamente, in architettura la transizione di luce, onde sonore, calore, aria, particelle e altri elementi provenienti dall'esterno, può essere regolata variando le tecniche costruttive o scegliendo materiali differenti. Il termine *involucro passivo* definisce un sistema basato su bacini di energia naturale e dispositivi architettonici. Questo reagisce alle condizioni climatiche per controllare gli effetti sul microclima interno. Il punto di partenza per la progettazione deve essere la precisa definizione delle condizioni di comfort interno. Ogni sistema impiantistico funziona, dunque, solo come sistema complementare di supporto all'involucro. I principali parametri fisici che influenzano il comfort sono: la temperatura dell'aria, la temperatura media delle superfici, i valori di ricambio e di velocità dell'aria, l'umidità relativa, la luminanza e l'illuminamento.

#### Il sistema bioclimatico della *serra addossata*

Una delle più interessanti tecniche per lo sfruttamento passivo dell'energia solare per il riscaldamento invernale nell'edilizia, è quella della realizzazione di una serra aggiunta. Questa si ottiene addossando a una parete dell'edificio una struttura trasparente, in modo tale da produrre un effetto serra, il cui principio fisico richiameremo più avanti.

La serra abitabile è un sistema bioclimatico caratterizzato da un'elevata possibilità d'integrazione con l'architettura, tanto che diversi regolamenti edilizi del nostro Paese ne contemplano l'utilizzo. Quando parliamo di serre aggiunte, serre o verande solari applicate agli edifici, ci riferiamo a spaziatampone, realizzati separando parti dell'involucro dall'ambiente esterno.

Fig. 237

La Bombay Sapphire  
Distillery Glasshouse di  
Thomas Heatherwick, in  
Inghilterra.





mediante superfici trasparenti. Questi spazi hanno la caratteristica di essere praticabili, ma di non essere termicamente controllati. Il sistema, definibile anche come serra addossata o sistema a spazio solare, è basato sulla captazione dell'energia solare da parte di ampie superfici vetrate, delimitanti un ambiente-serra interposto tra l'esterno e gli altri spazi dell'edificio, che funziona da collettore solare, favorendo l'assorbimento e l'accumulo di calore da parte di apposite masse termiche, opportunamente predisposte, soggette a irraggiamento solare diretto o funzionanti con il calore a esse trasferito tramite i moti convettivi dei flussi di aria calda.

L'andamento della temperatura dell'aria in questi spazi dipende dalle condizioni esterne di temperatura e radiazione, dall'orientamento, dalle dimensioni, dalle caratteristiche della superficie trasparente e della parete cui sono addossati, dal pavimento, ecc. La funzione di questi componenti è duplice. Da un lato essi riducono le dispersioni di calore attraverso la parete alla quale sono addossati, dall'altro svolgono una funzione di captazione della radiazione solare.

Dal punto di vista energetico, le prestazioni della serra connessa a un edificio si basano sul principio termico dell'effetto serra. Tale processo si sviluppa in tre fasi. Quando i raggi solari colpiscono la vetratura, la maggior parte della radiazione visibile e parte di quella infrarossa viene trasmessa e quindi assorbita dalle pareti, dal pavimento e da altri oggetti solidi che, scaldandosi, riemettono radiazione termica infrarossa (a lunghezza d'onda lunga) in ogni direzione. Quando questa colpisce nuovamente il vetro, una parte di essa viene riflessa e la restante viene assorbita dal vetro stesso. Il vetro, infatti, è trasparente alla radiazione dello spettro solare (visibile e vicino infrarosso), mentre è opaco alla radiazione emessa nel lontano infrarosso. Tale radiazione è quella emessa da un qualunque corpo che sia scaldato a bassa temperatura o semplicemente esposto al sole. Così il calore diffuso dagli oggetti esposti al sole, all'interno di un involucro vetrato, viene intercettato e assorbito dalla superficie vetrata che, una volta scaldata, riemette radiazione infrarossa, metà verso l'esterno e metà verso l'interno. Lo spazio protetto tenderà quindi ad accumulare calore portandosi a una temperatura più alta di quello esterno. Tale fenomeno è conosciuto come effetto serra. L'innalzamento della temperatura dello spazio protetto è dovuto anche all'eliminazione da parte della vetratura della convezione dell'aria dal suolo all'atmosfera. L'effetto serra viene esaltato se il vetro è internamente reso riflettente (e non semplicemente opaco) alla radiazione infrarossa. Ciò accade nei vetri cosiddetti bassoemissivi, che vengono trattati nella faccia interna con ossidi metallici per riflettere la radiazione infrarossa senza che la trasparenza alla radiazione visibile ne sia alterata in modo apprezzabile.

All'interno dello spazio-serra si determina un sensibile aumento di tem-

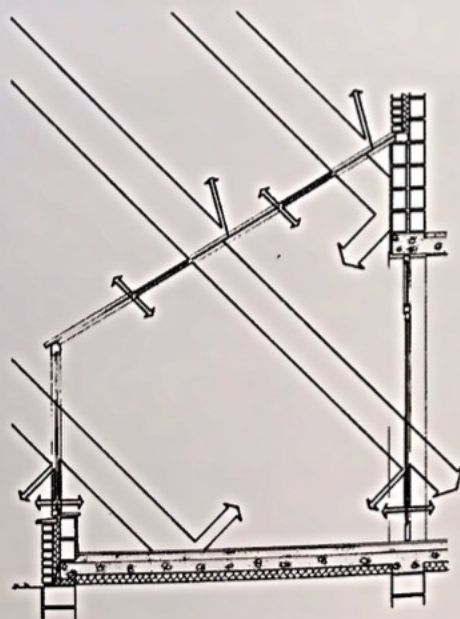


Fig. 238

Serra, come spazio tampone e ampliamento della superficie abitabile.

Fig. 239

Effetto serra in una serra addossata.



Fig. 240

Serre bioclimatiche del complesso di *Gneiss Moss* a Salisburgo, George W. Reinberg.

peratura e il calore viene poi trasferito agli ambienti retrostanti secondo diverse modalità, in funzione delle quali si hanno differenti configurazioni del sistema. L'ambiente-serra si può configurare e utilizzare come spazio abitabile, previo accorgimenti volti a conferire adeguate condizioni di comfort, con particolare riferimento alla temperatura dell'aria (adeguati volumi di massa termica per ridurre le fluttuazioni di temperatura, ecc.).

L'efficienza di una serra è determinata da specifici parametri di dimensionamento, relativi alla superficie vetrata di captazione e alla massa di accumulo termico. In linea di massima, nei climi temperati dovranno essere previsti 0,33-0,9 m<sup>2</sup> di superficie di captazione per m<sup>2</sup> di superficie abitata; nei climi freddi tali parametri dimensionali salgono a 0,65-1,50 m<sup>2</sup> di superficie captante per ogni m<sup>2</sup> di superficie abitata. La massa termica, preferibilmente da realizzare nella parete che separa lo spazio solare dall'ambiente più interno, sarà caratterizzata da una struttura muraria di 25-45 cm di spessore, in funzione del materiale costitutivo e delle caratteristiche dell'accumulo richiesto (capacità termica complessiva, sfalsamento dell'onda termica, ecc.).

I sistemi bioclimatici a spazio solare, ovvero i sistemi solari che prevedono specifici ambienti-serra per la produzione dell'energia termica destinata al riscaldamento ambientale, possono essere caratterizzati da differenti configurazioni e modalità di funzionamento, in base alle modalità attuative, relative alla fase di accumulo e alle specifiche modalità di trasmissione del calore agli ambienti.

### Il sistema *Barra-Costantini*

Il sistema *Trombe-Michel* è un particolare tipo di muro solare inventato e brevettato nel 1881 da Edward Morse e reso famoso nel 1964 dall'ingegnere francese Félix Trombe e dall'architetto Jacques Michel che ne realizzarono alcune applicazioni sperimentali in Francia. Consiste in un muro passivo, posizionato nella parete sud dell'edificio, composto da un materiale ad alta inerzia termica con superficie esterna dipinta di colore scuro in modo da captare la maggior quantità possibile di radiazione solare, da un vetro che separa il muro di accumulo dall'esterno e da un dispositivo di oscuramento. Sia il vetro che il muro di accumulo sono dotati di aperture che permettono diversi tipi di configurazione dipendenti dalla stagione e dal ciclo giorno-notte.

La triplice funzione di assorbitore, accumulatore e trasmettitore di calore attribuita alla parete sud del sistema *Trombe-Michel* porta talvolta a gravi difficoltà, essenzialmente riassumibili in tre punti: la parete sud calda comporta perdite termiche verso l'esterno, significative di giorno e elevate di notte, a meno di coibentazioni mobili notturne tecnicamente difficoltose

Fig. 241

Ampliamento degli spazi residenziali con le serre.





Fig. 242

Sistema solare passivo a guadagno diretto.

e costose: la termo circolazione e l'energia ceduta dalla parete all'habitat interessano solo le zone dell'habitat prossime alla parete sud, rendendo impossibile la progettazione di edifici a doppio o triplo corpo; l'esportazione di calore da parte della parete (con conseguente sottrazione di energia disponibile per l'innesco della convezione naturale) e la semplicità fluidodinamica del profilo del camino rendono di non elevata entità il fenomeno della convezione naturale, il che comporta una moderata ventilazione estiva. Nonostante ciò, essendo l'aria calda direttamente immessa nell'ambiente, vi è il rischio di surriscaldamento anche in inverno con conseguente spreco di energia che, in questi casi, deve necessariamente essere rigettata all'esterno tramite l'apertura delle finestre.

Dallo studio per il superamento di tali difficoltà nasce il sistema *Barra-Costantini*, il primo prototipo di sistema solare passivo a collettori solari applicati in facciata. Si possono distinguere diverse configurazioni del sistema che dipendono dal periodo stagionale di funzionamento. Queste sono caratterizzate dall'aver specifici componenti tecnico-architettonici, con funzione di collettori solari addossati e integrati alla parete esterna dell'edificio maggiormente esposta al soleggiamento.

La radiazione solare captata viene assorbita dal collettore e convertita in energia termica, nonché successivamente distribuita nell'ambiente sotto forma di flussi di aria calda e, in parte, per reirraggiamento da parte di un'apposita massa termica integrata nei solai, in grado di assorbire e reirraggiare parte del calore assorbito dai flussi d'aria riscaldati.

I principali componenti del sistema sono: il cappotto termico e l'assorbitore. L'isolamento termico su tutta la superficie esterna dell'edificio (cappotto termico), parete sud inclusa, costituisce una vera trappola per l'energia termica che, una volta entrata all'interno dell'edificio per trasporto convettivo da parte dell'aria proveniente dai camini, non trova più facile via di uscita. Il cappotto termico, inoltre, consente di poter considerare come capacità termica per l'accumulo di energia l'intera massa dell'edificio (accumulo distribuito), non obbligando più alla realizzazione di grandi masse concentrate nella parete sud come il sistema *Trombe-Michel*. L'assorbitore



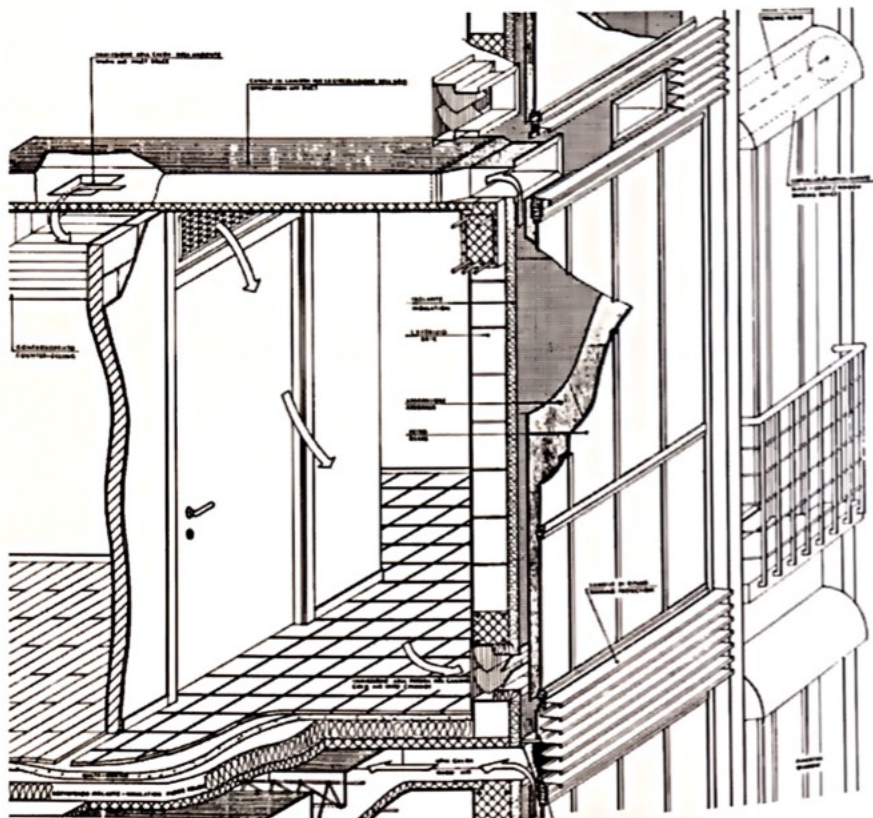
Fig. 243

Spazio serra di grandi dimensioni nel *Federal Center South Building* a Seattle.

è costituito da una sottile lastra metallica a piccola capacità termica posta nell'intercapedine fra vetro e parete sud. L'introduzione di tale assorbitore nel camino consente di raddoppiare la superficie di scambio aria-assorbitore (poiché l'aria lambisce la lastra su entrambe le facciate) e, se sagomato opportunamente dal punto di vista fluido dinamico, facilita l'innescò della turbolenza dell'aria nel camino con conseguente aumento del coefficiente di scambio convettivo: tutto ciò si traduce macroscopicamente in una forte estrazione di calore da parte dell'aria del camino e in una buona efficienza del sistema.

Fig. 244

Dettagli del sistema Barra-Costantini.



I soffitti hanno il ruolo di distributori spazio-temporali di energia termica (cioè di guide per l'immissione del calore nei vari locali e di accumulatori termici). L'aria calda proveniente dai camini, infatti, non viene immessa direttamente nei locali ma fatta passare attraverso opportuni canali orizzontali realizzati nei soffitti (uno per ogni apertura di estrazione esistente sulla parete sud) dei quali essa immagazzina, per lo scambio termico con le superfici laterali dei canali, parte dell'energia termica estratta dai camini. La parte rimanente, invece, viene introdotta negli ambienti, attraverso opportune bocche d'immissione realizzate nei soffitti dei vari locali (una per canale in ogni locale sulla parete nord) per un utilizzo diretto. La regolazione differenziata di tali bocche di immissione consente l'introduzione di un flusso termico uniforme nei locali.

Nell'assetto inverno-notte le bocchette di comunicazione camino-canalì del soffitto (superiori) e camino-ambiente interno (inferiori) sono chiusi. Il soffitto caldo funge da grande radiatore per i locali interni. La configurazione estiva-diurna è analoga a quella del sistema precedente, in più rispetto a esso si avvale di una maggiore ventilazione della parete sud isolata, che limita l'ingresso di energia e quindi il carico termico, in questo caso da esportare all'esterno. Caratteristica peculiare del presente sistema è, infine, la configurazione estate-notte, in cui, attraverso l'innesco fra camino, canali e ambiente interno di una delle circolazioni inverse, si ottiene un decadimento termico notturno della struttura che si presenta *fredda* al sorgere del sole, opponendo la sua capacità termica, oltre alla resistenza termica dovuta all'isolamento generale, al surriscaldamento degli ambienti abitabili.

## Bibliografia

ATHENITIS, A.K. e T. E. SANTAMOURIS. *Thermal Analysis and Design of Passive Solar Buildings*. London: James & James (Science Publishers) Ltd, 2002.

BARRA, A.O. *La conversione fototermica dell'energia solare*. Milano: Etas Libri, 1981.

BENEDETTI, C. *Manuale di architettura bioclimatica*. Rimini: Maggioli, 1994.

HASTINGS, S.R. e O. MØRCK. *Solar Air Systems: A Design Handbook*. Solar Heating and Cooling Executive Committee of the International Energy Agency (IEA), London: James & James (Science Publishers) Ltd, 2000.

LEPORE, M. "La serra abitabile." In: Forlani M.C. *Costruzione e uso della terra*. Milano: Maggioli, 2002.

ZAPPONE, C. *La serra solare*. Napoli: Esselibri, 2005.



Fig. 245  
Sistema solare passivo,  
Barra-Costantini a  
Marostica.