
Architettura bioclimatica

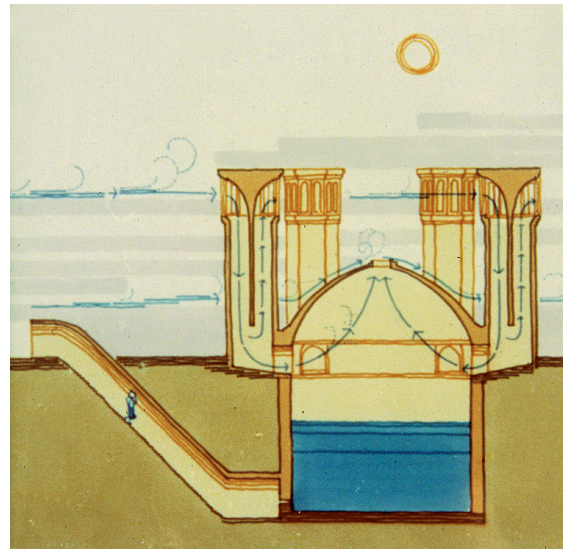
Per il miglioramento della qualità della vita negli ambienti confinati è importante ricorrere a sistemi di riscaldamento e raffrescamento naturali. La bioclimatica si avvale degli elementi climatici di un sito portando nelle abitazioni il confort necessario minimizzando l'uso di impianti artificiali

Cettina Gallo

La casa bioclimatica nasce da una conoscenza profonda e completa del sito in cui sarà inserita: venti, stagioni, radiazione solare, umidità relativa. E dallo sfruttare tutti questi elementi per dare agli ambienti interni il confort necessario. Ricorrere il meno possibile nell'architettura agli impianti artificiali di condizionamento d'aria implica prima di tutto un miglioramento delle qualità della nostra vita: non dimentichiamo che la maggior parte degli impianti di refrigerazione - in particolare quelli piccoli - utilizza per il proprio funzionamento clorofluorocarburi (CFC) che come sappiamo sono i principali responsabili del buco dell'ozono e contribuiscono anche all'effetto serra. Recenti studi comparati sulla «indoor air quality» di ambienti con aria condizionata o con ventilazione naturale hanno dimostrato che gli indici di malattia sono più alti negli edifici con aria condizionata.

Lo studio dei venti e dei flussi d'aria è un elemento importante nella progettazione bioclimatica: creare ventilazione e movimenti d'aria naturali è un elemento fondamentale di raffrescamento passivo nella progettazione sia urbanistica (in modo che i volumi stessi degli edifici determinino correnti d'aria grazie a effetti fisici quali «l'effetto Venturi», «l'effetto d'angolo», ecc.) che architettonica.

Negli edifici da lui realizzati in Africa l'architetto francese Laszlo Mester de Parajid dà una fondamentale importanza alla ventilazione naturale negli ambienti per creare una situazione di benessere fisiologico:... «quando l'aria può circolare liberamente tra due spazi aperti, l'uno fresco e l'altro caldo, si crea una corrente d'aria naturale dallo spazio più freddo verso quello più caldo. Basandosi su questo principio, correnti naturali d'aria fresca sono state



Sezione della torre del vento di Yazd (Iran)

create per raffrescare le varie parti dell'edificio»).

Fin dal X secolo sono comparse in Iran e Pakistan, Paesi caratterizzati da clima desertico (giorno molto caldo e notti fredde) le torri del vento («band geers» che in persiano significa letteralmente «acchiappa vento»), che funzionano come veri e propri condizionatori d'aria per il raffrescamento degli ambienti interni. Una torre del vento è una specie di camino, diviso in più sezioni da setti verticali in mattoni. Durante la notte la torre si raffredda; di giorno, l'aria a contatto con la muratura si raffredda a sua volta e, diventando così più densa, scende verso il basso ed entra nell'edificio. Quando vi è vento, l'aria entra nella torre del lato esposto al vento, scende e passa nell'edificio: la pressione di quest'aria fresca spinge fuori quella calda preesistente. Durante il giorno la torre si riscalda. Questo calore è ceduto all'aria durante la notte, creando una corrente ascendente (foto a sinistra e in alto).

Analogo è il funzionamento del «malqaf» (foto A), elemento caratteristico dell'architettura dei Paesi arabi: questo camino si erge sopra la casa, con una larga apertura verso il vento predominante che cattura aria (fresca) da sopra e la introduce all'interno. Il «malqaf» compare già negli affreschi della tomba di Nab-Amun a Gournà, risalente alla XIX^a dinastia. E tuttavia questo elemento viene utilizzato dagli architetti ancor oggi, lo stesso Hassan Fathy lo propone in molte sue realizzazioni come elemento raffrescante per gli ambienti interni.

Un esempio italiano del '500, un gruppo di sei ville vicino Vicenza mo-



Torre del vento (Yazd, Iran). Spesso le torri del vento sono accoppiate a cupole forate in cima

stra un intelligente sistema di cunicoli sotterranei (covoli) per raffrescare gli ambienti nella stagione estiva: questi sono cavità in parte naturali ed in parte artificiali poste all'interno della collina su cui sorgono le ville (foto *in basso*). La temperatura interna di queste cavità sotterranee, pressoché costante tutto l'anno, ha valori intorno agli 11-12°C. In estate, quando la temperatura dell'aria esterna è maggiore di quella all'interno dei covoli, l'aria calda entra in questi ultimi e ne esce raffrescata nelle cantine delle ville, andando quindi a ventilare i locali soprastanti attraverso rosoni in pietra o marmo posti nel pavimento delle stanze a piano terra, opportunamente regolabili.

Questi esempi ed altri, anche di epoche successive, ci dicono che l'approccio bioclimatico in architettura è molto antico: esso è stato anche dettato dalla condizione di non poter contare su elaborati sistemi artificiali (se si escludono stufe e caminetti) e cui affidare il confort interno degli ambienti.

Cosa è successo dopo l'avvento dell'energia a buon mercato e degli impianti di climatizzazione?

Si è semplicemente delegato il tutto all'impianto di riscaldamento o condizionamento, che permette di costruire bellissime quanto assurde scatole di vetro in qualsiasi clima ed a qualsiasi latitudine, non preoccupandosi di utilizzare l'architettura stessa per creare un microclima piacevole.

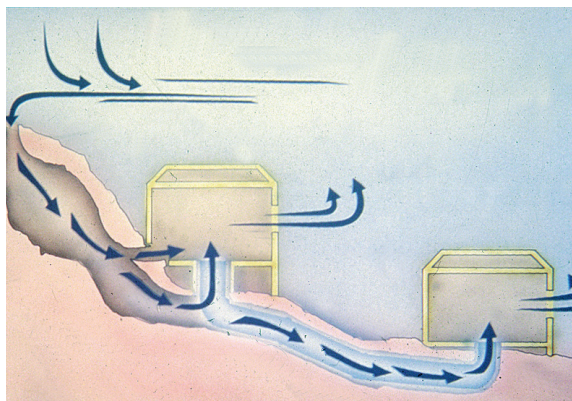
Eppure ancora agli inizi del '900 Le Corbusier raccontava così la sua casa Sarabhai, in India (1955): "Qui il confort è il freddo, la corrente d'aria, l'ombra. E pertanto il sole deve penetrare nelle ore favorevoli e nelle stagioni utili". Casa Sarabhai è impiantata sulla base dei venti dominanti (per essere attraversata da correnti d'aria) e le sue facciate sono munite di frangisole... I semi-cilindri di volta, sono ricoperti di terra..."

Le Corbusier includeva normalmente fattori come «temperatura dell'aria, umidità relativa, venti, irraggiamento termico»,



Foto A. Il camino a vento (malqaf) in una villa progettata in Arabia Saudita dall'architetto Hassan Fathy

nello studio del luogo dove doveva sorgere l'edificio: alla base di ogni progetto del suo Atelier di Rue de Sevres c'era la compilazione della «grille climatique», che era parte integrante della metodologia di progettazione: sulla «griglia», sono segnati i dati climatici di un luogo durante tutto l'anno con i relativi «mesi critici» e le possibili soluzioni architettoniche per superarli. La metodologia è analoga a quella che è oggi alla base della «progettazione energetica con l'aiuto del calcolatore»: dati gli *input* per una determinata località (latitudine, longitudine, altitudine, gradi, giorni, temperatura minima) si ottengono una serie di *outputs* relativi al comportamento annuale del microclima e alla sua influenza sull'edificio, che permettono di ottimizzare la progettazione



Le ville di Costozza (sezione): sistema naturale di ventilazione

dal punto di vista risparmio energetico-benessere ambientale.

Per quanto riguarda il riscaldamento degli ambienti, gli elementi che oggi contribuiscono alla creazione di un alloggio «bioclimatico» sono di vario ordine: quelli che sfruttano le fonti naturali di energia (in pratica la radiazione solare) e quelli che minimizzano le dispersioni termiche; nella scelta dei materiali costituenti la casa va dato inoltre il giusto peso alla capacità termica di ognuno: impiegare i componenti stessi dell'alloggio, opportunamente progettati, per captare, convertire, accumulare e distribuire il calore della radiazione solare senza passare per l'impianto di riscaldamento tradizionale.

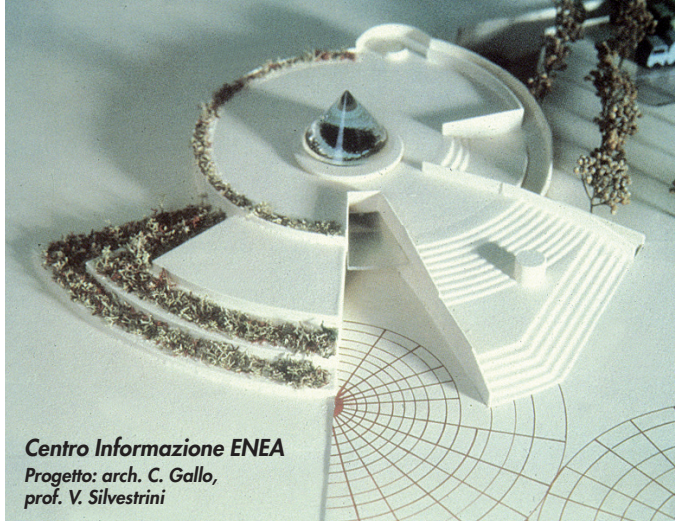
Una esperienza notevole in questo senso è la «parete-camino solare» recentemente brevettata dall'ENEA, di basso costo e quindi di elevate possibilità di diffusione: i componenti sono in calcestruzzo rinforzato con fibre di vetro che permettono di realizzare pannelli non portanti con spessore dieci volte inferiore di quelli di un pannello in calcestruzzo tradizionale.

La facciata sud dell'edificio (foto B) è composta da pannelli solari ad aria, da un atrio-serra e da questi pareti-camini solari integrati, che convertono la radiazione solare in calore e che hanno contemporaneamente funzione energetica e di tamponatura esterna dell'edificio. Ogni pannello - 3 metri x 1 metro - pesa 80 kg per mq.

Nel raffrescamento passivo l'aria calda che si forma negli ambienti può essere raffreddata cedendo calore, oltre che all'aria o all'acqua, al terreno.

La dissipazione di calore verso il terreno si può ottenere per conduzione (edificio interrato) o per convezione (dell'aria dell'edificio è fatto circolare in tubi interrati dove viene raffrescata prima di rientrare nell'edificio).

Un esempio del primo caso è il progetto per un Centro Informazioni dell'ENEA a Roma: l'edificio è parzialmente interrato e questo, insieme alla sua forma



Centro Informazione ENEA

Progetto: arch. C. Gallo,
prof. V. Silvestrini

circolare, minimizza le dispersioni termiche e le variazioni stagionali di temperatura. La luce e il calore delle radiazioni solari penetrano - opportunamente dosate per mezzo di un dispositivo interno - da un cono vetrato posto in posizione baricentrica. Nella stagione estiva un settore conico ruotante all'interno del cono vetrato impedisce l'ingresso diretto dei raggi solari proteggendo gli spazi interni dal surriscaldamento.

L'inerzia termica del terreno - riducendo le oscillazioni di temperatura tra giorno e notte ed estate e inverno - aumenta l'isolamento termico degli spazi abitati: nella storia abbiamo vari esempi di insediamenti abitativi completamente interrati, soprattutto in aree caratterizzate da forti escursioni termiche; tali insediamenti, a seconda della orografia del terreno, sono scavati nel fianco di una collina o perpendicolarmente al suolo quando il terreno è completamente pianeggiante.

Un esempio del primo caso sono le abitazioni sotterranee della Cappadocia, in Turchia (foto C); sono invece scavate nel terreno le abitazioni sotterranee a Matmata (Tunisia), ancora utilizzate, e quelle nella provincia di Haman (Cina).

È invece del 1200 dopo Cristo l'insediamento indiano di Mesa Verde: gli indiani Anazasi, costretti a rifugiarsi tra le rocce della Mesa Verde, nel Colorado, per meglio difendersi dagli attacchi di tribù nemiche incassarono i loro insediamenti in tagli orizzontali della roccia esposti a Sud, in modo da essere al riparo dal sole in estate (quando è più alto sull'orizzonte), ma non in inverno, quando i raggi del sole, più bassi, riescono a penetrare fin dentro le abitazioni. Il calore della radiazione solare viene accumulato egregiamente nella roccia stessa su cui si addossano gli insediamenti e nei

mattoni di «adobe» e viene ceduto lentamente all'ambiente quando il sole è tramontato.

Agli effetti delle riduzioni del carico termico proveniente dall'esterno oltre all'isolamento gioca un ruolo importante anche la capacità termica dell'edificio o - come si dice - la «massa termica». La massa termica rappresentata per esempio da muri spessi di materiali ad alta capacità termica riduce le oscillazioni di temperatura tra giorno e notte accumulando il calore durante il giorno e dissipandolo all'esterno alla sera e durante la notte. Essa inoltre introduce un ritardo nella trasmissione del calore e nei casi più favorevoli il calore assorbito della faccia esterna del muro nelle ore più calde del giorno arriva all'interno - molto attenuato - nelle ultime ore della notte o nelle prime ore del mattino, quando cioè può essere utile anziché indesiderato. La massa termica può essere utilizzata anche come metodo di accumulo del fresco, per esempio convogliando sulla faccia interna di un muro dell'aria fresca quando questa è disponi-



Foto C. Cappadocia (Turchia): abitazioni sotterranee

bile. Due interessanti esempi di architettura bioclimatica spontanea, il dammuso e il trullo, sono caratterizzati da muri molto spessi e aperture minime verso l'esterno, la qual cosa permette di avere un microclima interno talmente confortevole che il dammuso per esempio, nato come ripostiglio per gli attrezzi agricoli nelle vigne, una volta caduta la necessità di vivere nel villaggio per timore delle invasioni, è diventata abitazione degli isolani.

Quando non è possibile - per ragioni di esigenze interne di luminosità - ridurre al minimo le aperture verso l'esterno, in particolare a sud e ad ovest, è essenziale ricorrere a efficaci schermature alle finestre. Sono anche state proposte soluzioni più complesse o avanzate: le finestre spettralmente selettive che permettono di far passare solo determinate lunghezze d'onda di radiazione; le pellicole metallizzate che possono essere applicate a finestre preesistenti e oltre a ridurre i raggi calorifici dell'infrarosso rigettano una quantità prefissata di luce visibile.

Il principio dei dispositivi elettrocromici consiste invece nel modificare le proprietà di assorbimento ottico di certi materiali mediante un campo elettrico applicato all'esterno; le superfici

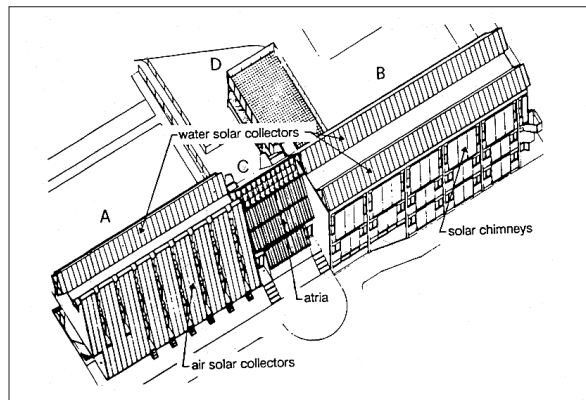


Foto B. Assonometria edificio ENEA/ISPRA



Siviglia (Expo '92). Torri del freddo; sotto: la «città subartica» di Ralph Erskine

prismatiche aumentano la sensibilità del fattore di trasmissione all'angolo d'incidenza permettendo così di riflettere il raggio solare diretto e ritrasmettere la luminosità diffusa; le pellicole olografiche si applicano ai vetri delle finestre e intercettano selettivamente l'irraggiamento solare e lo diffrangono in altre direzioni.

Generalmente è meglio utilizzare il più possibile la luce diurna e per risparmiare energia elettrica e per una migliore qualità della vita.

Alcune case «ecologiche» per studenti realizzate dall'arch. Schmitges, vicino Stoccarda, con materiali tutti naturali, sono addossate a un terrapieno ed esposte a sud così da minimizzare le dispersioni termiche. Ognuno dei sei edifici ha una piramide di vetro in cima alla tromba delle scale che porta la luce diurna fin nelle cucine situate ai piani inferiori. Sono state utilizzate per questo due componenti: i «tubi - luce» e i Concentratori

Fluorescenti Pia (FPC). I tubi luce sono a sezione triangolare, con muri interni ad alta riflettanza che aumentano la quantità di luce diurna nelle sale pranzo del primo piano. I FPC raccolgono la luce in un tronco di cono giallo fluorescente e la convogliano in un tubo trasparente riflettendola con un specchio nelle cucine.

Conoscenza accurata dei fattori climatici del sito e delle caratteristiche termiche dei materiali da costruzione devono quindi far parte costantemente del bagaglio dell'architetto, e ispirarlo insieme con altri fattori nel processo creativo.

Louis Kahn nell'edificio della scuola per la Formazione dirigenti ad Ahmedabad in India ha inserito un pozzo di luce che lui chiama un «bow-window» rivolto al contrario e che diventa parte integrata dalla composizione

Nelle case della città di Ghardaia, in Algeria, il pozzo di luce è il «chebeq»,

un foro quadrato sul soffitto che supplisce alla mancanza assoluta di finestre ed è un'autentica fonte di climatizzazione oltre che illuminazione. Una corrente d'aria che si forma tra il «chebeq» e altri buchi praticati sulla facciata as-



sicura frescura all'interno.

In questa area climatica, definita «il deserto nel deserto» le case sono costruite con spessi muri di pietra addossati gli uni agli altri, creando spazi abitabili perché in ombra: la capacità termica dei materiali rallenta l'entrata del calore durante il giorno e la restituisce nel corso della notte. Il profondo porticato a Sud, permette ai raggi del sole di entrare in inverno ma non in estate quando sono più alti sull'orizzonte.

Molti altri accorgimenti possono contribuire al benessere estivo: la Rotonda Bioclimatica realizzata all'Expo '92 di Siviglia (foto a sinistra) utilizza molti sistemi di raffreddamento passivo.

I concetti chiave sono i seguenti:

- a) vegetazione;
- b) microspruzzatori d'acqua per aumentare l'evaporazione durante il periodo più caldo;
- c) cascate d'acqua e fontane;
- d) pavimenti ad acqua: l'acqua scorre sotto e il vapore attraversa i blocchi porosi raffreddando l'aria;
- e) acqua corrente insieme con aria fredda (proveniente da tubi sotterranei).

Spesso, in condizioni climatiche «al limite», le case si aggregano a formare microclimi abitabili; l'architetto inglese Ralph Erskine nella sua «città subartica» progetta una megastruttura in cui gli alloggi sono organizzati su terrazze concentriche e comunicanti che la configurano come un grande emiciclo orientato a Sud protetto da gelidi venti a Nord da un bastione di edifici multipiano (foto in basso).

All'inizio di questo paragrafo ho scritto che la progettazione bioclimatica non è astratta, ma strettamente connessa con il suo intorno; dirò di più: l'approccio bioclimatico è parte di un modo «globale» di concepire l'architettura; in esso l'architetto, l'uomo, analizza e pianifica lo spazio circostante per il proprio benessere fisico e psicologico.

«L'architettura abbraccia la considerazione di tutto l'ambiente fisico che circonda la vita umana» - scriveva William Morris nel 1881- ... «poiché l'architettura è l'insieme di modifiche e alterazioni fatte sulla terra per soddisfare le necessità umane: ogni altra cosa è deserto».

Cettina Gallo (ENEA)
Presidente Comitato Architettura Bioclimatica - ISES Italia