

Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2019/20  
Prof. Arch. Valentina Modugno, Ph.D

03 ottobre 2019

# Controllo ambientale del progetto



**Controllo ambientale del progetto**  
Prof. Arch. Valentina Modugno, Ph.D.  
*Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2019/20*

1

## 1. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI

## 2. AMBIENTE COSTRUITO E FORMA URBANA

### FATTORI GEOGRAFICI:

latitudine, altezza sul livello del mare

### PARAMETRI CLIMATICI:

gradi giorno, anno tipo, giorno medio mensile

### FATTORI METEOROLOGICI:

temperatura, precipitazioni, umidità dell'aria, venti, pressione atmosferica, stato del cielo, radiazione solare

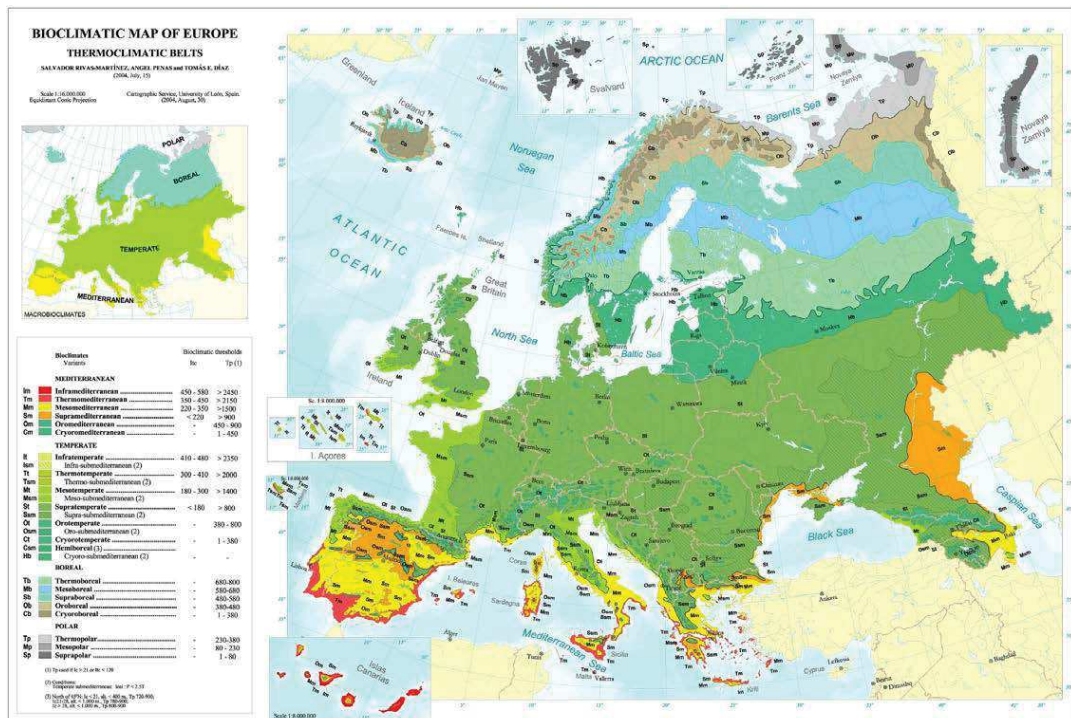
### FATTORI TOPOGRAFICI:

altitudine e rilievi, clivometria, orientamento dei pendii

### FATTORI BIOLOGICI:

suolo, acqua, assetto vegetazione

### PARAMETRI CLIMATICI



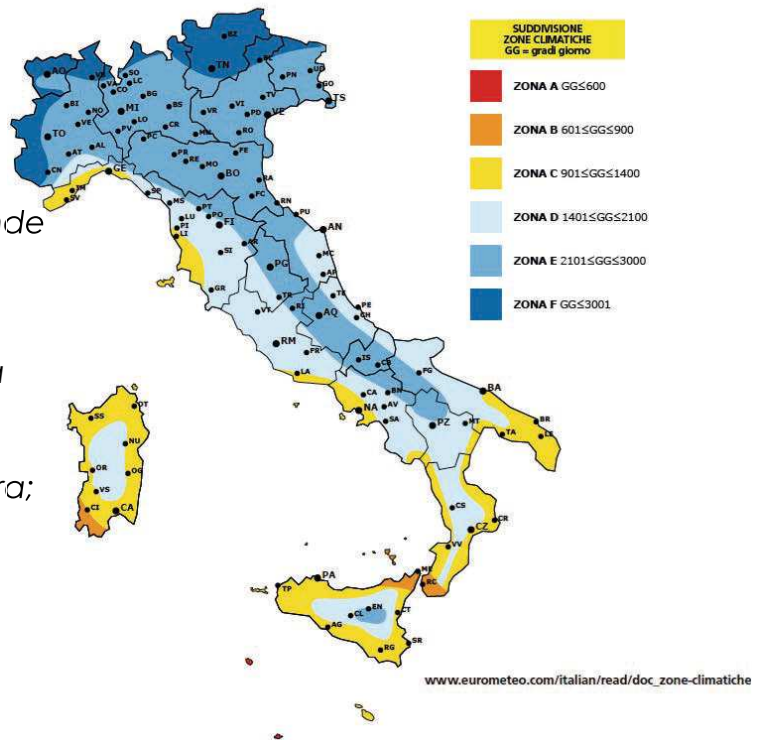
Aree bioclimatiche: POLARE | BOREALE | TEMPERATA | MEDITERRANEA

## PARAMETRI CLIMATICI

### GRADI GIORNO (GG)

Per gradi giorno di una località s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente interno, fissata convenzionalmente a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado giorno (GG).  
(DPR 412/1993)

MAPPA DELLE ZONE CLIMATICHE SECONDO DPR 412/93



## PARAMETRI CLIMATICI

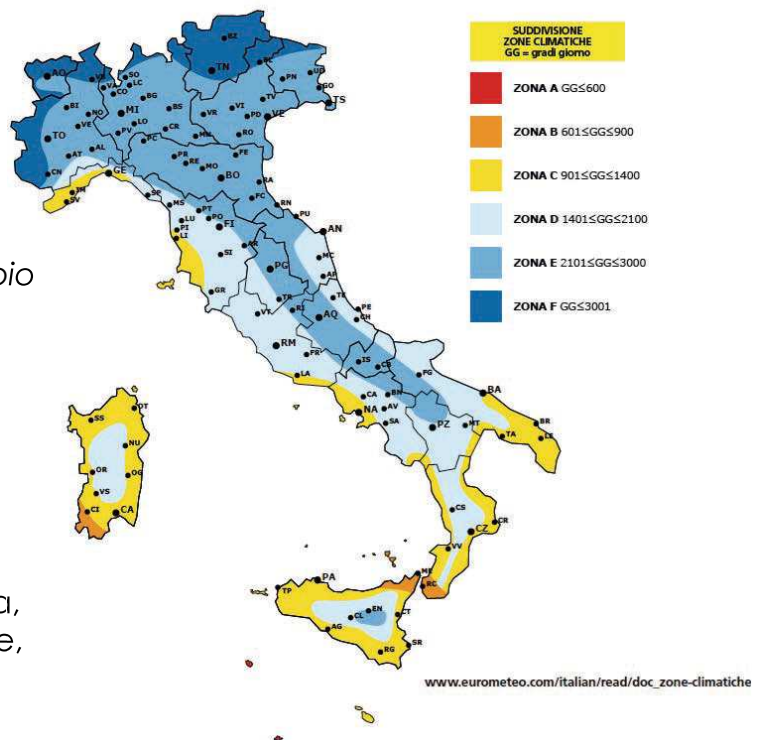
### ANNO TIPO

L'anno tipo consiste in 12 mesi caratteristici scelti da un database di dati meteorologici di un periodo che dovrebbe essere preferibilmente ampio almeno 10 anni.

### GIORNO MEDIO MENSILE

È un **giorno fittizio** i cui valori orari di temperatura dell'aria, umidità relativa, intensità del vento, radiazione globale, soleggiamento vengono **determinati come media**, per ciascuna ora di ciascun mese, dei valori orari misurati in un lungo periodo.

MAPPA DELLE ZONE CLIMATICHE SECONDO DPR 412/93



## FATTORI METEOROLOGICI



## METEOROLOGIA

La meteorologia è il ramo delle scienze dell'atmosfera che studia i fenomeni fisici che avvengono nell'atmosfera terrestre (troposfera) e responsabili del tempo atmosferico.

Lo studio dell'atmosfera è lo studio dei suoi parametri fondamentali e delle leggi fisiche o processi che intercorrono tra essi: **temperatura dell'aria, umidità atmosferica, pressione atmosferica, radiazione solare, vento.**

## FATTORI METEOROLOGICI

Dati aggiornati il **25/09/18** alle ore **14.55**

Temperatura		Vento		Precipitazioni	
 Temperatura: <b>18.6 °C</b>	Umidità: <b>44 %</b>	 Velocità attuale: <b>0.0 Km/h E</b>	Pioggia giorno: <b>0.0 mm</b>		
Dew Point: <b>6.1 °C</b>		Media: <b>14.5 Km/h</b>	Intensità Pioggia: <b>0.0 mm/h</b>		
Temp Min: <b>▼ 12.3 °C</b>	Indice di Calore <b>17.2 °C</b>	Scala Beaufort: <b>Calma di vento</b>	Raffica giornaliera: <b>40.2 Km/h</b>	Intensità Massima Giornaliera <b>0.0 mm/h</b>	
Temp Max: <b>▲ 19.4 °C</b>	Pressione: <b>1028.5 hPa</b>	Wind Chill: <b>18.9 °C</b>	Ora Raffica: <b>11.14</b>	Pioggia Mese: <b>43.4 mm</b>	Pioggia Anno: <b>599.9 mm</b>
Evapotraspirazione		Irraggiamento		Report NOAA	
 Evapotraspirazione giornaliera: <b>2.2 mm</b>	Radiazione Solare: <b>656 W/m<sup>2</sup></b>		 <a href="#">Mese Corrente</a> <a href="#">Anno Corrente</a>		
Evap. Mese: <b>75.2 mm</b>	Evap. Anno: <b>838.5 mm</b>	Rad. Max Mese: <b>1023 W/m<sup>2</sup></b>	Rad. Max Anno: <b>1271 W/m<sup>2</sup></b>		

	Estremi Mensili	
	MIN	MAX
Temperatura	<b>12.3 °C</b>	<b>30.3 °C</b>
Umidità	<b>%</b>	<b>%</b>
Dew Point	<b>4.4 °C</b>	<b>21.1 °C</b>
Heat Index	-	<b>32.8 °C</b>
Pressione	<b>1006.4 hPa</b>	<b>1029.1 hPa</b>
Wind Chill	<b>12.2 °C</b>	-
Radiazione Solare	-	<b>1023 W/m<sup>2</sup></b>
Intensità di Pioggia	-	<b>105.9 mm/h</b>
Raffica di Vento	-	<b>64.4 Km/h</b>

FATTORI  
METEOROLOGICI



Dati in diretta (aggiornati alle 14:00 del 25/09/2018)

 Temperatura	+ 17.1°C ↑	↓ +5.7°C alle 07:00	↑ +17.1°C alle 14:00
 Umidità	34% ↓	↓ 34% alle 14:00	↑ 75% alle 00:00
 Pressione	1030.1 hPa ↓	↓ 1028.1 hPa alle 00:00	↑ 1032 hPa alle 08:00
 Vento	6.48 km/h Raffica km/h	Dir. attuale S	↑ km/h alle 13:00
 Pioggia giornaliera	0.00 mm		
 Punto di rugiada	0.0 °C ↑↓		
 Indice di calore	°C - ?		
 Radiazione solare	690 W/m <sup>2</sup>		
 Radiazione ultravioletta	Indice		

BELLUNO

FATTORI  
METEOROLOGICI

Dati in diretta (aggiornati alle 14:00 del 25/09/2018)

 Temperatura	+ 20.8°C ↑	↓ +18.8°C alle 06:39	↑ +21.1°C alle 00:03
 Umidità	35% ↓	↓ 32% alle 14:39	↑ 63% alle 00:47
 Pressione	1025.8 hPa ↓	↓ 1021.2 hPa alle 00:03	↑ 1026.7 hPa alle 11:47
 Vento	24.00 km/h Raffica 39.00 km/h	Dir. attuale NNE	↑ 39.00 km/h alle 05:35
 Pioggia giornaliera	0.00 mm		
 Punto di rugiada	+ 5.0 °C ↓		
 Indice di calore	°C - ?		
 Radiazione solare	W/m <sup>2</sup>		
 Radiazione ultravioletta	Indice		

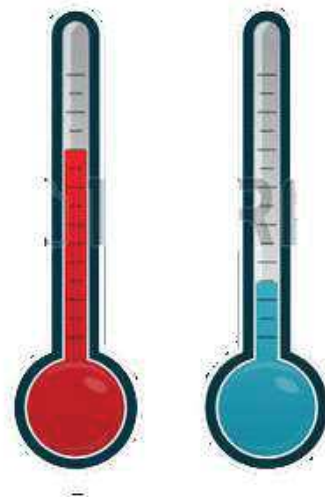
BARI

## FATTORI METEOROLOGICI

### TEMPERATURA DELL'ARIA

La temperatura dell'aria dipende primariamente dalla temperatura della superficie terrestre dell'area geografica a cui ci si riferisce. Tale superficie, riscaldata dai raggi solari incidenti, cede calore dall'aria per convezione e conduzione

L'aria non viene riscaldata direttamente dai raggi solari, ma per convezione e conduzione dalla superficie terrestre, la cui temperatura dipende dal bilancio tra energia solare incidente e reimmissione all'infrarosso.

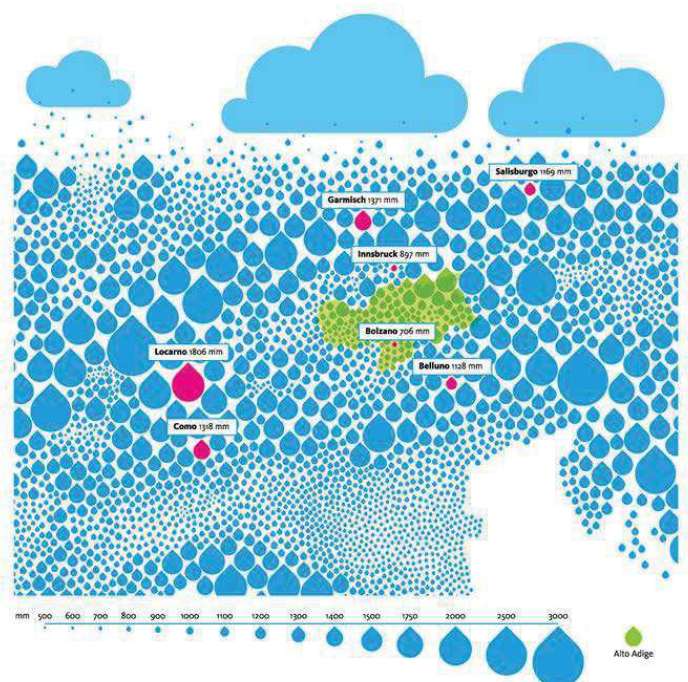


## FATTORI METEOROLOGICI

### PRECIPITAZIONI

Si intendono tutti i fenomeni di trasferimento di acqua allo stato liquido o solido dall'atmosfera al suolo ovvero **pioggia, neve, grandine, rugiada, brina** ecc. rappresentando una fase del ciclo idrologico.

Si misurano i parametri di quantità e di frequenza.



## FATTORI METEOROLOGICI

### VENTI

Il vento è un movimento orizzontale dell'aria originato dalle differenze di pressione atmosferica esistenti tra due diverse zone della superficie terrestre, dovute a loro volta a differenze di temperatura e umidità.

Il regime dei venti è primariamente generato dall'esistenza di masse d'aria a differente temperatura e pressione riscaldate per effetto della radiazione solare. Le masse di aria calda si muovono verso l'alto; questo movimento provoca una depressione che viene equilibrata dallo spostamento di masse di aria più fredda, producendo la formazione del vento.

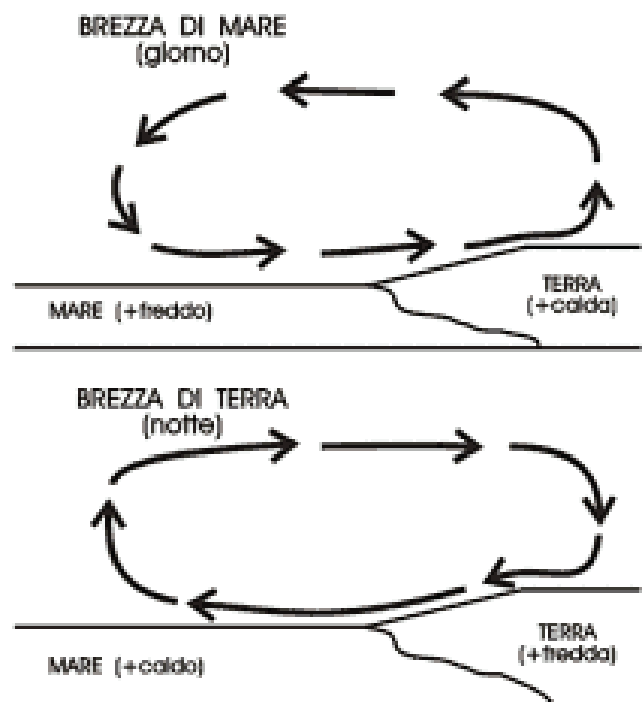


## FATTORI METEOROLOGICI

### BREZZE

Mare: le masse d'aria in corrispondenza della terra si sollevano a causa del riscaldamento dovuto all'irraggiamento e vengono compensate dalle masse d'aria più fredda che si trovano in corrispondenza del mare

Terra: il calore immagazzinato durante il giorno dalla massa d'acqua riscalda la colonna d'aria che si solleva, richiamando aria più fresca dalla costa



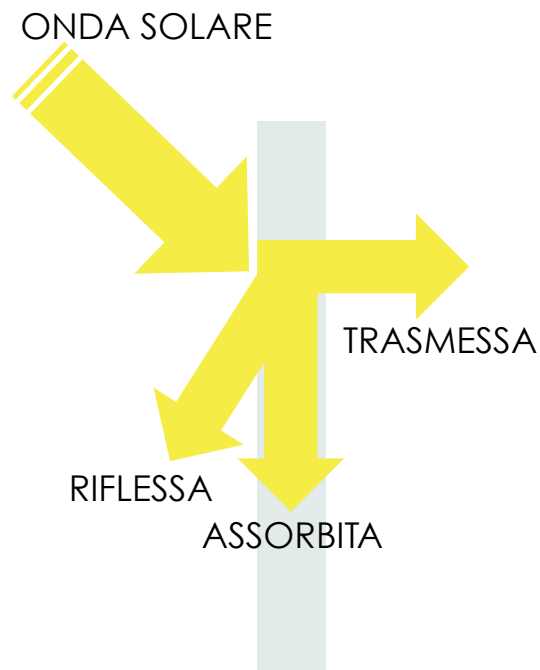
## FATTORI METEOROLOGICI

### RADIAZIONE SOLARE

Per radiazione solare si intende il flusso di energia emesso dal sole

Una qualunque superficie, comunque orientata, riceve radiazione solare diretta e diffusa che viene riflessa dal terreno e dagli oggetti circostanti. L'energia solare può essere utilizzata per produrre calore in modo passivo o per produrre energia elettrica.

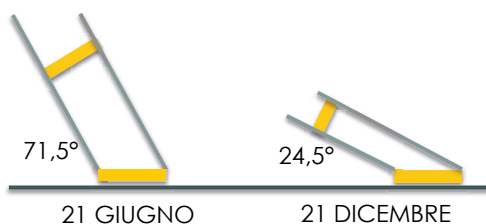
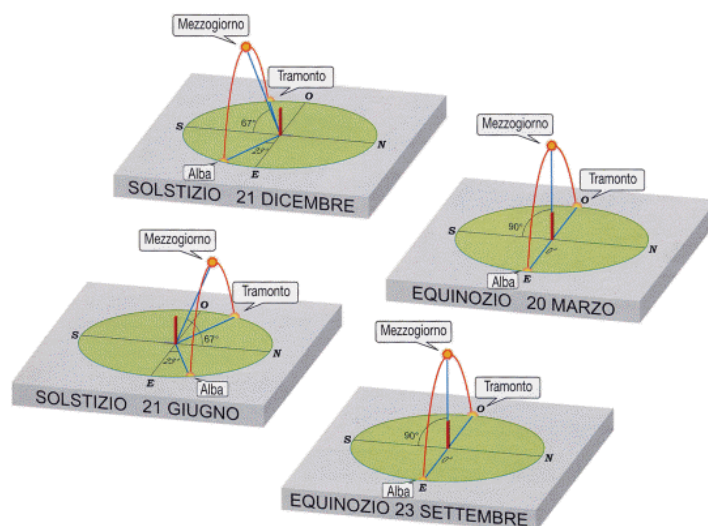
Irraggiamento solare è sostanzialmente riconducibile a onde termiche che vengono in parte trasmesse attraverso gli oggetti, in parte riflesse (nel caso in cui l'onda cambi direzione dopo l'impatto con una superficie), o assorbite (se le stesse si attenuano successivamente all'impatto).



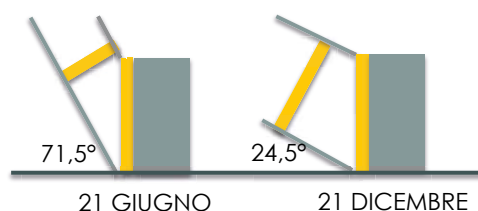
## FATTORI METEOROLOGICI

### RADIAZIONE SOLARE

Per una corretta valutazione è necessario considerare l'angolo di incidenza che i raggi formano rispetto alla superficie ortogonale alla direzione della radiazione. Tale valutazione è fondamentale per la valutazione delle aperture, delle schermature e dei sistemi di captazione attivi e passivi.



Incidenza della radiazione diretta sul piano orizzontale



Incidenza della radiazione diretta sul piano verticale verso sud



## SUOLO

Il suolo è molto importante poiché la temperatura dell'aria dipende dallo scambio di calore con il terreno.

I terreni aridi (sabbia e ghiaia) determinano temperature più elevate e minore umidità; terreni umidi (argillosi) determinano temperature basse con contenuti di umidità elevati. La superficie erbosa è in grado di assorbire la radiazione solare estiva e i processi di evaporazione abbassano la temperatura dell'aria.

- RIFLETTANZA SOLARE (Albedo), capacità del materiale di riflettere la radiazione solare incidente; il suo valore varia da 0 (sup. assorbente) fino a 1 (100%, sup. completamente riflettente)
- EMISSIVITÀ TERMICA, capacità del materiale di emettere calore (0-1)
- INDICE DI RIFLESSIONE SOLARE SRI (Solar Reflectance Index), ovvero il parametro che esprime la capacità di un materiale di respingere il calore solare

## ACQUA E ASSETTO DELLA VEGETAZIONE

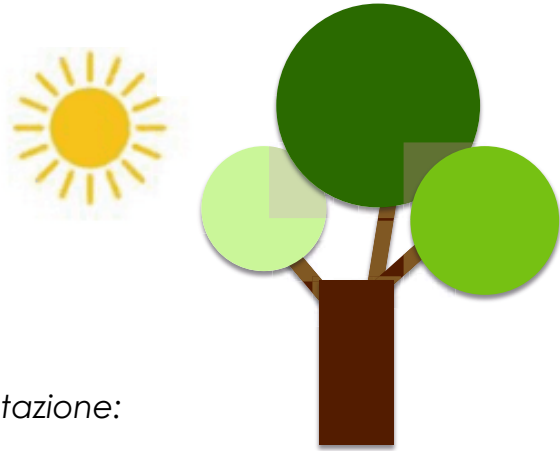
Il rapporto fra massa di terra e corpo d'acqua determina situazioni climatiche specifiche. Infatti quando predomina la presenza di corpi d'acqua le escursioni termiche saranno più contenute e la temperature più mite. Questo fenomeno è provocato dalle differenti capacità termiche del suolo e dell'acqua.



## FATTORI BIOLOGICI

### ACQUA E ASSETTO DELLA VEGETAZIONE

la vegetazione esercita una azione fondamentale per la determinazione del microclima locale, sia grazie al procedimento di fotosintesi sia per l'ombreggiamento degli edifici o come barriera frangivento.

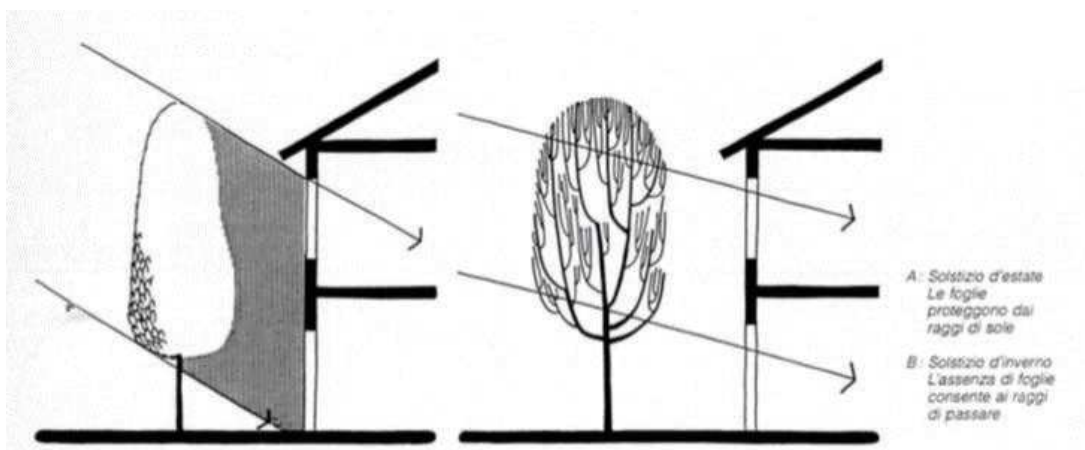


Caratteristiche e vantaggi offerti dalla vegetazione:

- Protezione dai raggi solari incidenti;
- Protezione dai venti dominanti;
- Protezione acustica;
- Controllo del clima (temperatura e umidità);
- Capacità depurativa dell'aria;
- Mantenimento dell'equilibrio idrogeologico;
- Benessere psicologico;
- Valorizzazione economica del manufatto

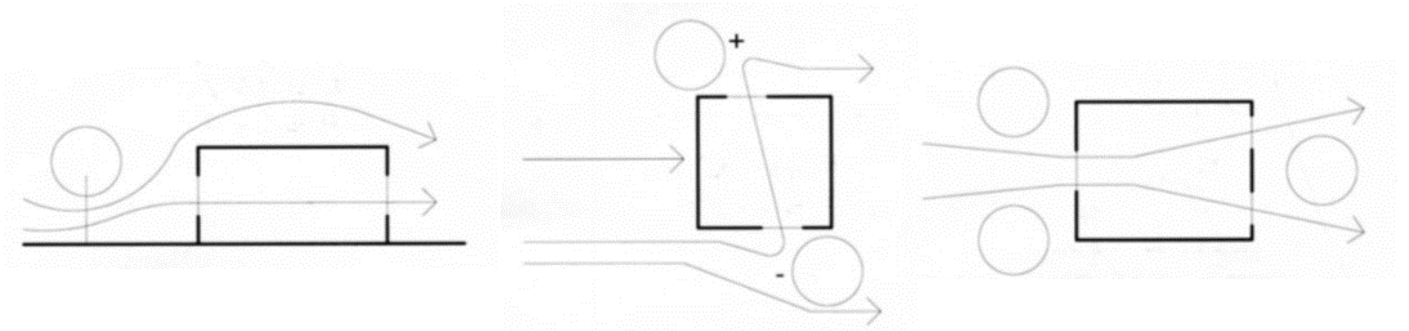
## FATTORI BIOLOGICI

### ACQUA E ASSETTO DELLA VEGETAZIONE



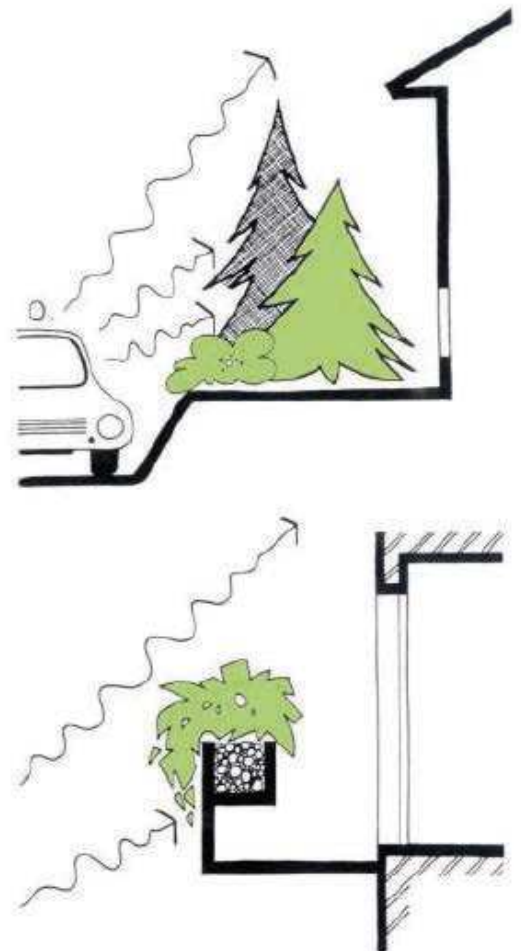
FATTORI BIOLOGICI

ACQUA E ASSETTO DELLA VEGETAZIONE

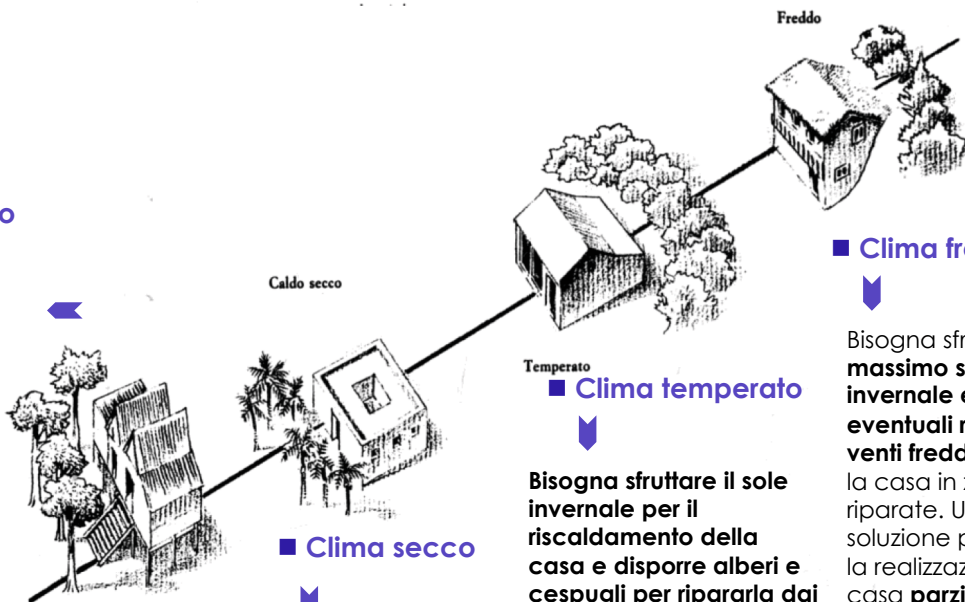


FATTORI BIOLOGICI

ACQUA E ASSETTO DELLA VEGETAZIONE



■ **Clima umido**  
 La casa va riparata il più possibile piantando alti alberi decidui nelle vicinanze. Il flusso dell'aria può essere aumentato, orientando l'edificio in modo da esporlo alla brezza o situandolo su pendii. La struttura si solleva dal suolo e vanno create stanze e verande attraverso cui possa fluire l'aria. **Scegliere colori chiari per tetto e pareti.**



■ **Clima secco**  
 La casa deve rimanere in ombra nelle ore più calde (tarda mattinata e pomeriggio), anche con l'ausilio di alberi che sovrastano il tetto. L'orientamento deve essere tale da permettere l'azione refrigerante dei venti estivi. Specchi d'acqua e vegetazione mantengono costante il grado di umidità. E' consigliato un patio interno per far fronte alle escursioni termiche e deve essere costruita con materiali che immagazzinano il calore.

Temperato  
 ■ **Clima temperato**  
 Bisogna sfruttare il sole invernale per il riscaldamento della casa e disporre alberi e cespugli per ripararla dai venti freddi. In estate per attenuare il calore vanno utilizzati alberi decidui e rampicanti. L'acqua in estate rinfresca e in inverno riflette la luce del sole. I tetti inclinati fanno scorrere meglio l'acqua delle piogge e colori vivaci assorbono il calore.

■ **Clima freddo**  
 Bisogna sfruttare il massimo sole invernale ed eventuali ripari da i venti freddi; costruire la casa in zone riparate. Una soluzione può essere la realizzazione della casa parzialmente interrata e l'utilizzo di un tetto verde. **Uso di alberi sempreverdi.** I tetti possono accumulare la neve, che funge da isolante. Le pareti devono essere molto spesse e dipinte con colori scuri, per l'accumulo di calore.

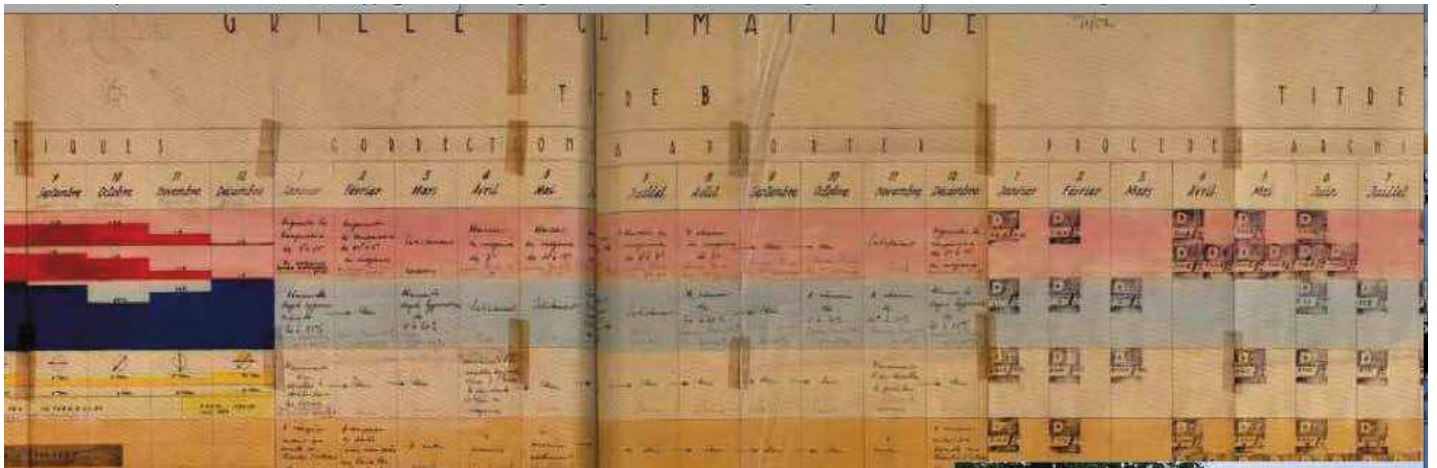
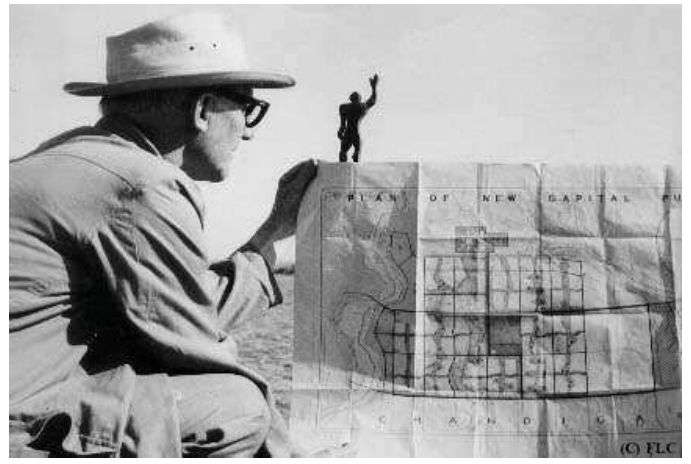
Fonte: D. Pearson, *La casa ecologica*, 1990

L'architettura contemporanea ha spesso dimenticato il rapporto che esiste tra forma, dimensione e contesto climatico, non considerando gli effetti che dal punto di vista termico possono influire sull'organismo edilizio.

Non esiste una forma CORRETTA dell'edificio, ma essa può essere influenzata da diversi fattori, quali:

- ESIGENZE ARCHITETTONICHE
- ESIGENZE FUNZIONALI
- FATTORI ECONOMICI
- FATTORI AMBIENTALI
- ESIGENZE PSICOLOGICHE
- VINCOLI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Le Corbusier  
Griglia climatica compilata

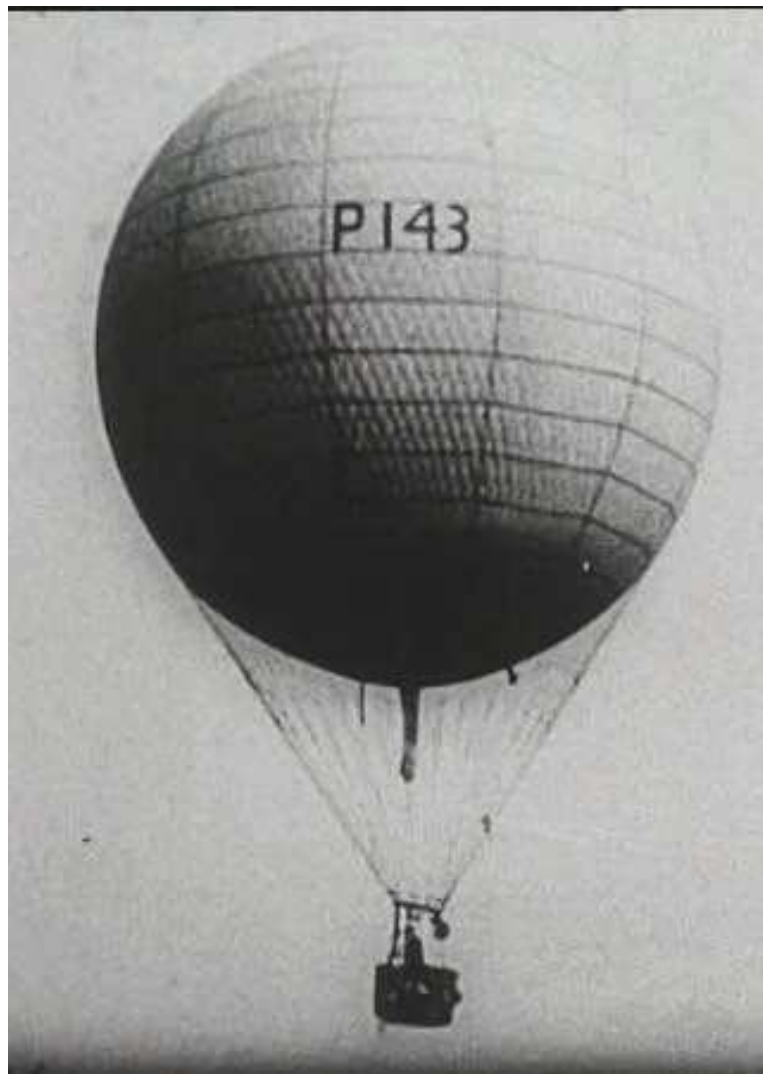


Le Corbusier Le Grand, Phaidon, Londra 2008

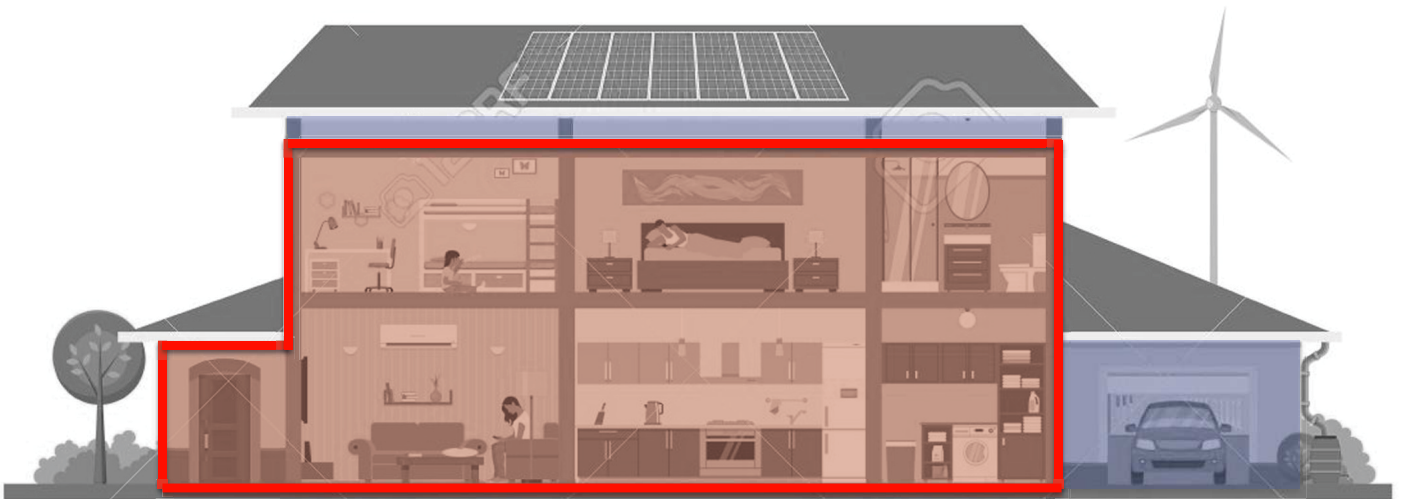
Le Corbusier  
Chandigarh India

Le Corbusier considera le energie rinnovabili – **sole, vento, acqua** – come **materiali da costruzione** a tutti gli effetti e la loro azione come capace di influenzare il carattere insediativo della città, fino a trarne indicazioni relativamente alla posizione e alla forma di ogni edificio, caratterizzando di volta in volta l'organizzazione spaziale e volumetrica degli ambienti insieme alla configurazione finale.

FATTORE DI FORMA

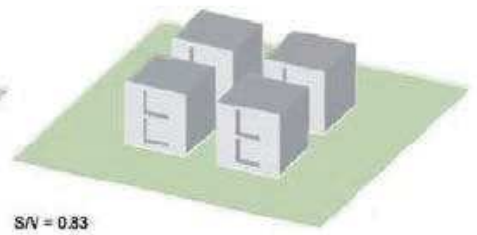
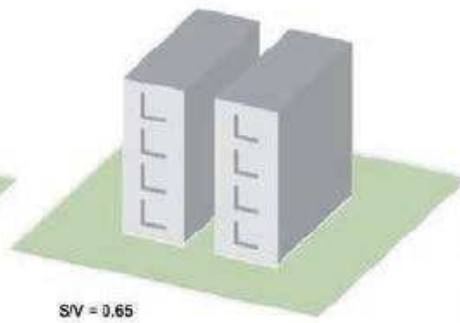
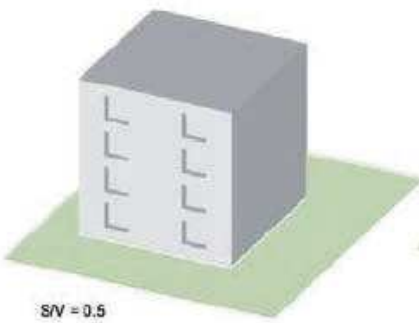


SUPERFICIE ESTERNA LORDA – SUPERFICIE DISPERDENTE

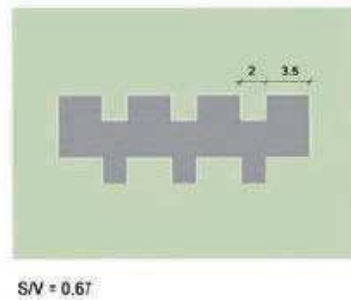
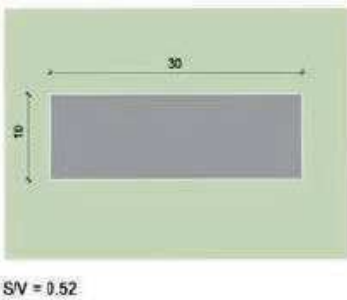


SUPERFICIE ESTERNA LORDA – SUPERFICIE DISPERDENTE

1. FATTORE VOLUME



2. FATTORE FORMA



MvRdV  
Wozoco Housing  
Amsterdam



MvRdV  
Edificio Celosia  
Madrid





SOCIAL HOUSING  
Dosmasuno Arquitectos



Town Hall, Londra  
Norman Foster

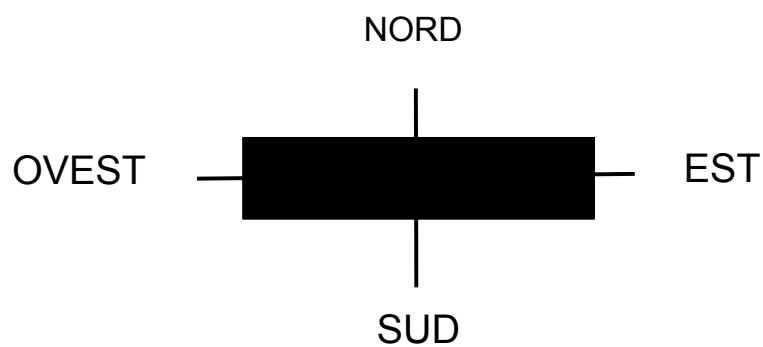


## RISORSA SOLE



## RAPPORTO EDIFICIO CONTESTO

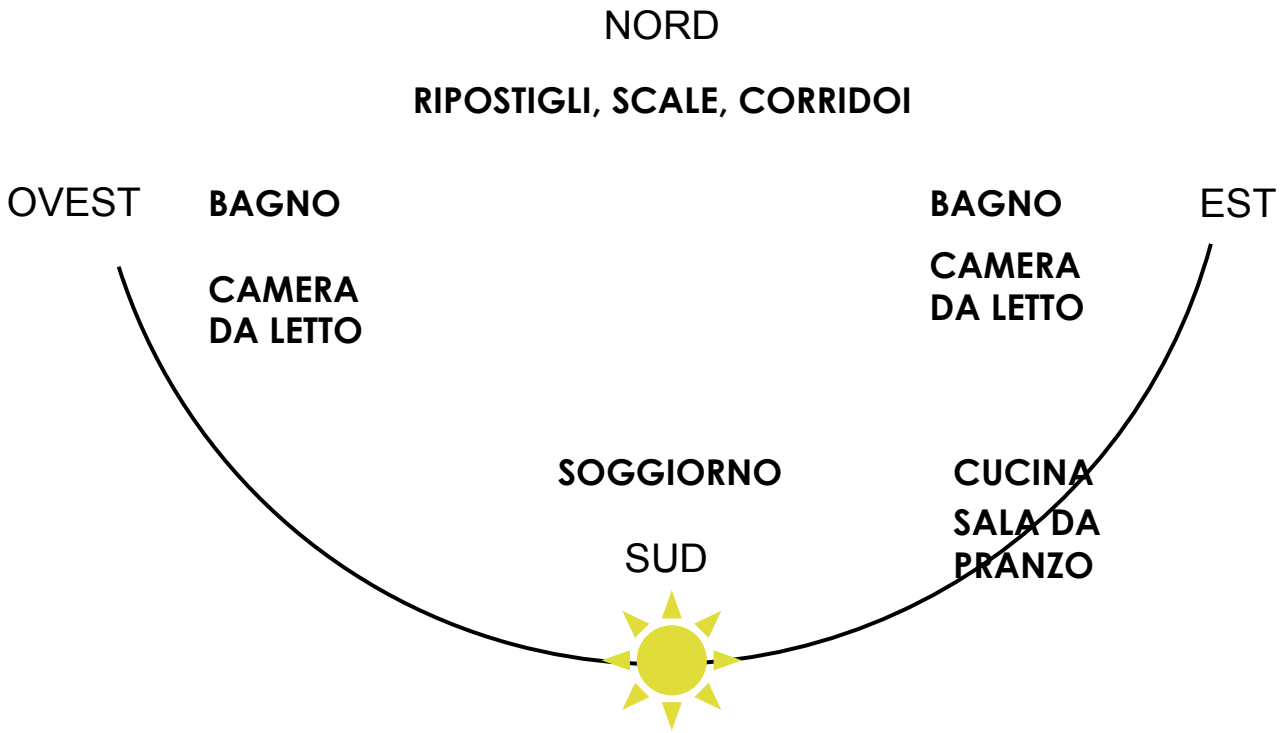
- ORIENTAMENTO EDIFICIO
- DISTRIBUZIONE DELLE FUNZIONI SECONDO LE ZONE TERMICHE
- DISTRIBUZIONE E MORFOLOGIA DEI VOLUMI



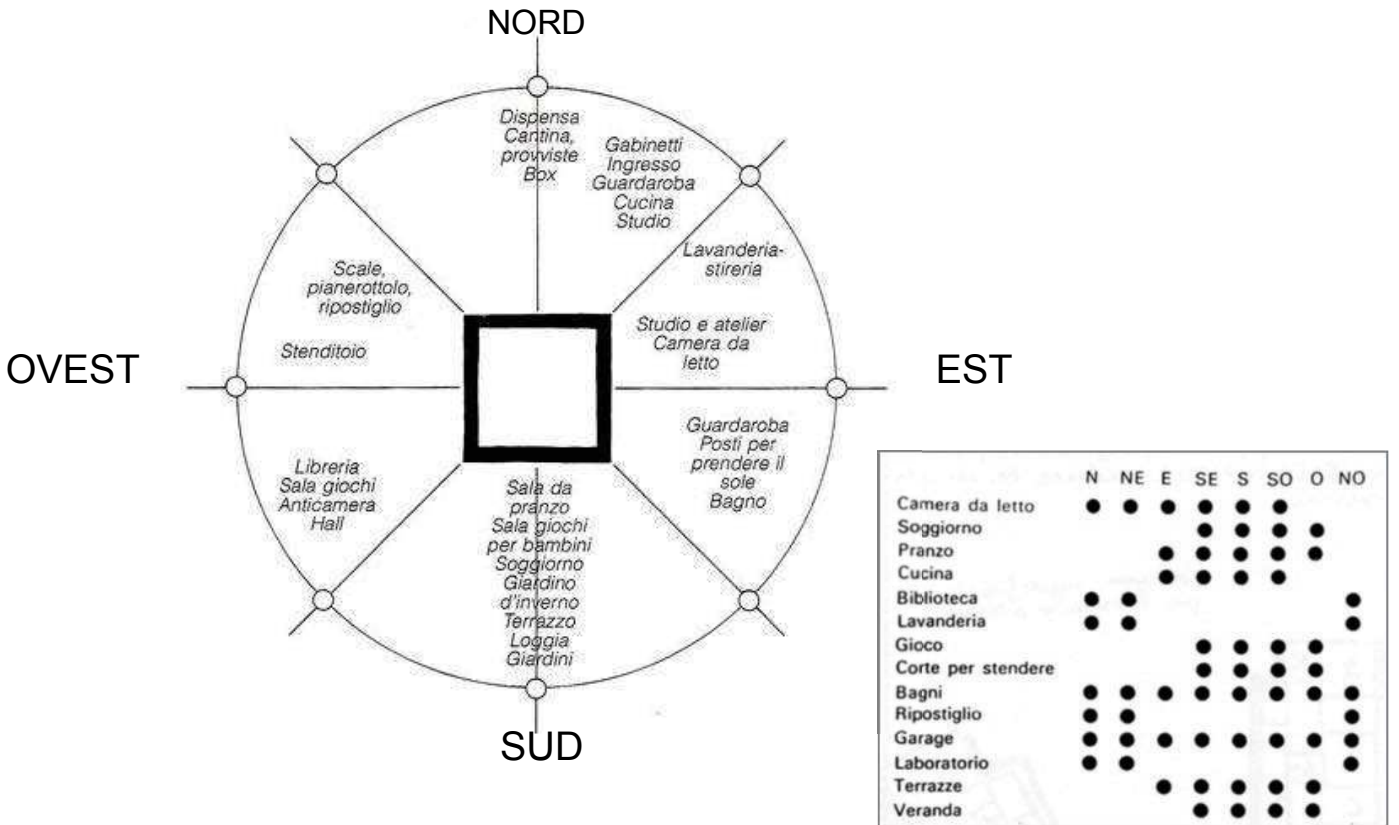
MASSIMA CAPTAZIONE A **SUD** MESI INVERNALI

MINIMA CAPTAZIONE FRONTI **EST/OVEST** MESI ESTIVI (surriscaldamento)

DISTRIBUZIONE DELLE FUNZIONI SECONDO LE ZONE TERMICHE



DISTRIBUZIONE DELLE FUNZIONI SECONDO LE ZONE TERMICHE



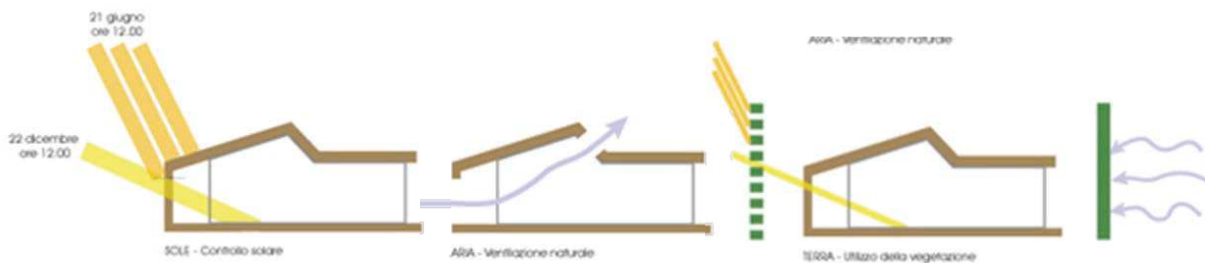
## ORIENTAMENTO DELL'EDIFICIO

Le **superfici esposte a Sud e Sud-Est** hanno migliore guadagno termico invernale, ma richiedono il controllo del surriscaldamento estivo.

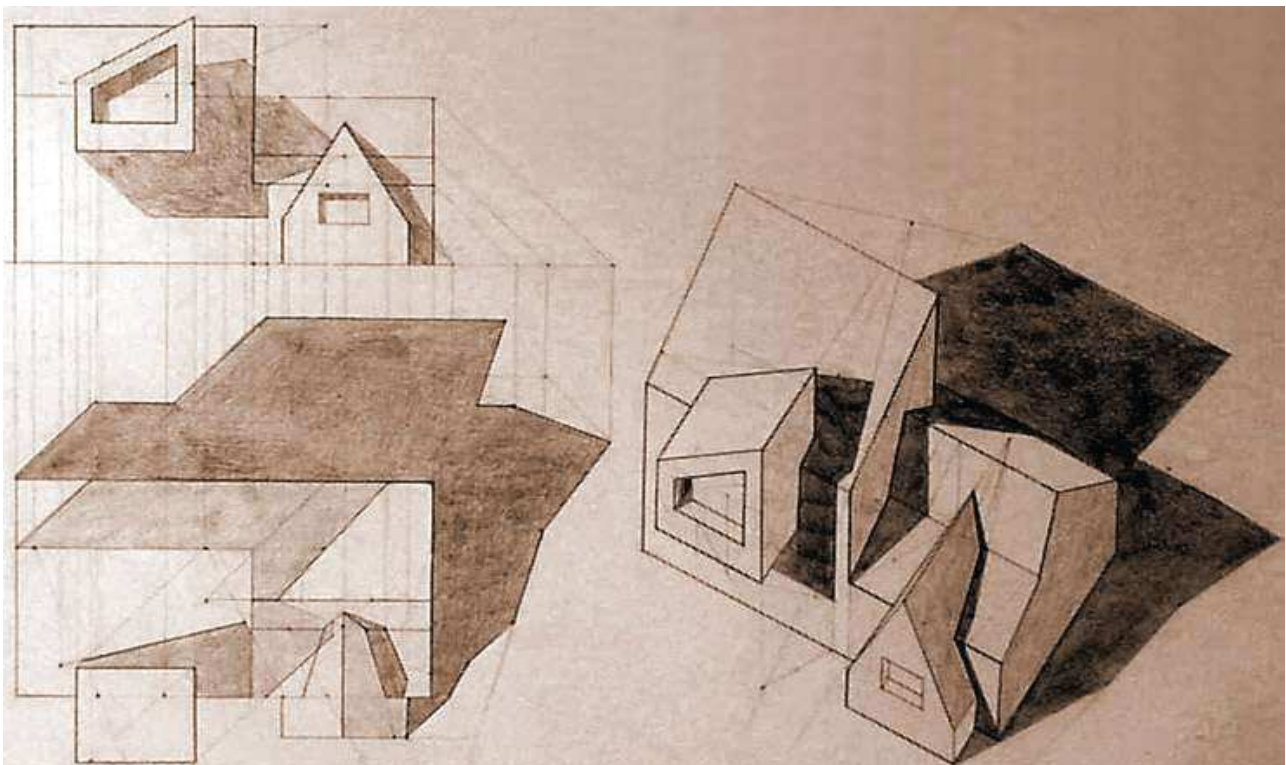
Le **superfici orientate a Est** hanno guadagno termico invernale e non richiedono protezione estiva per evitare il surriscaldamento.

Le **superfici orientate a Ovest** richiedono protezione estiva nelle ore pomeridiane per evitare i fenomeni di surriscaldamento.

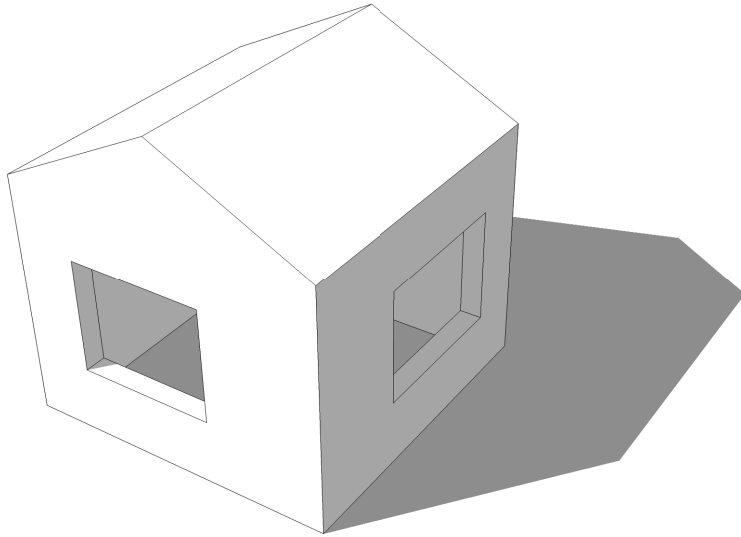
Per le **superfici orientate a Nord** è opportuno limitare le superfici vetrate per diminuire la dispersione termica, mantenendo una porzione di apertura tale da favorire la luminosità naturale.



## OMBREGGIAMENTI – OMBRA PROPRIA E OMBRA PORTATA

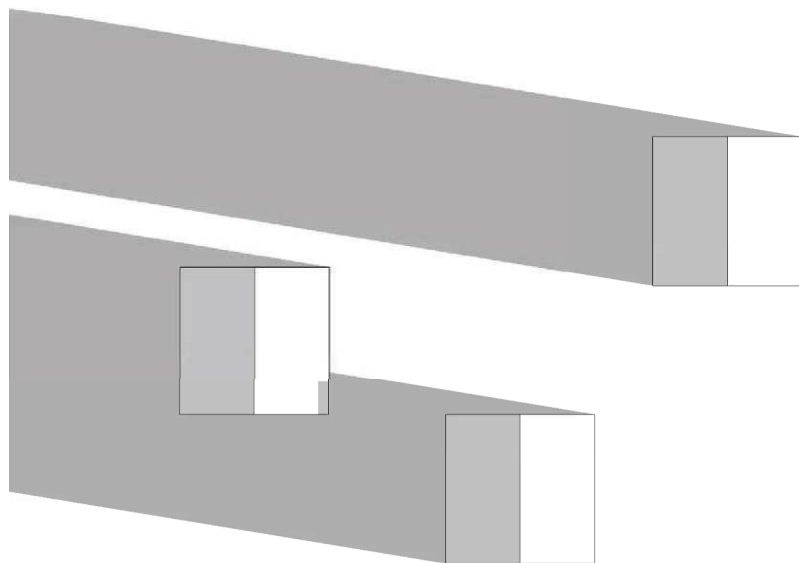


**DIAGRAMMA SOLARE DI SHADOW-RANGE**

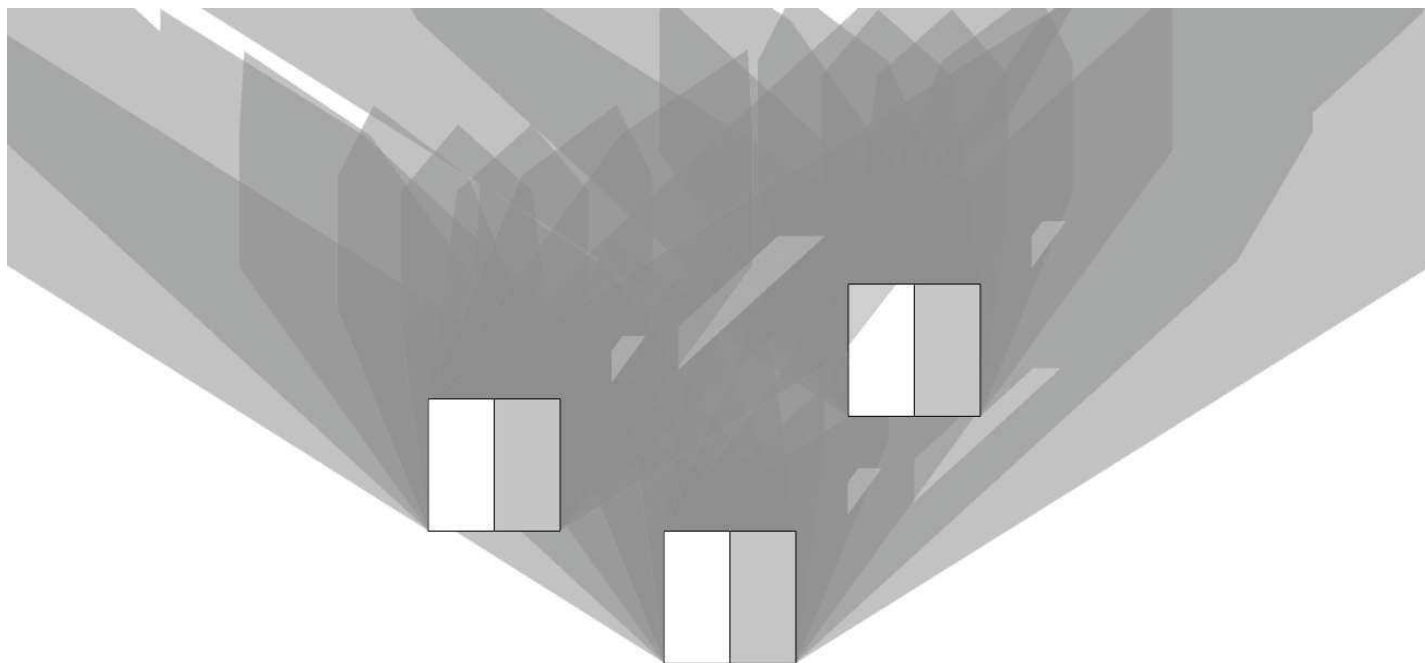


**DIAGRAMMA SOLARE DI SHADOW-RANGE**

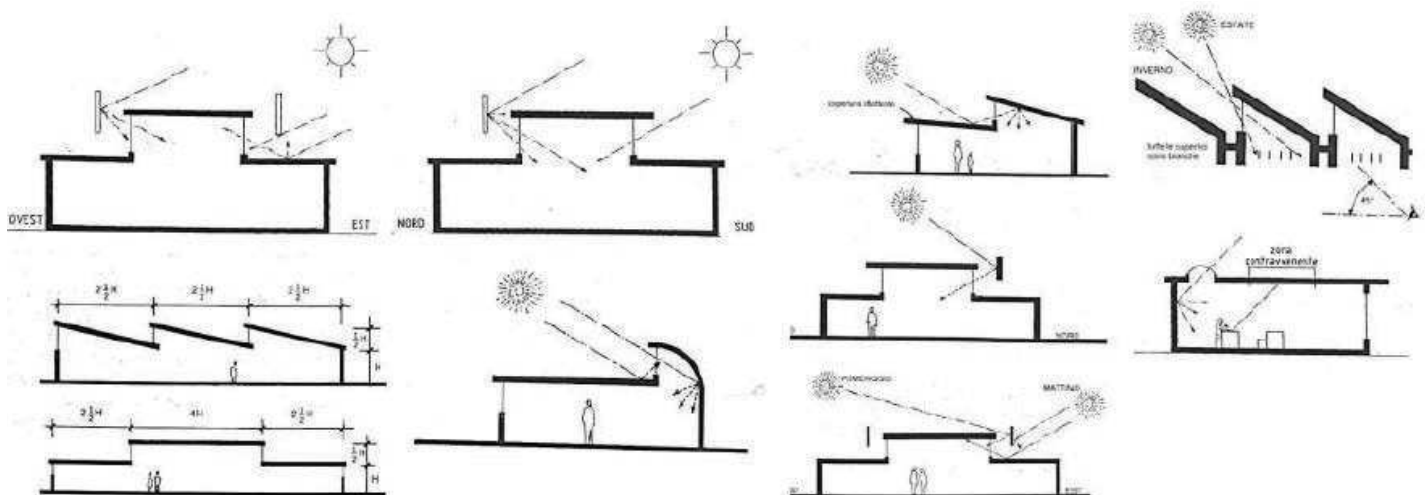
---



# DIAGRAMMA SOLARE DI SHADOW-RANGE



# SISTEMI DI TRASMISSIONE DELLA LUCE



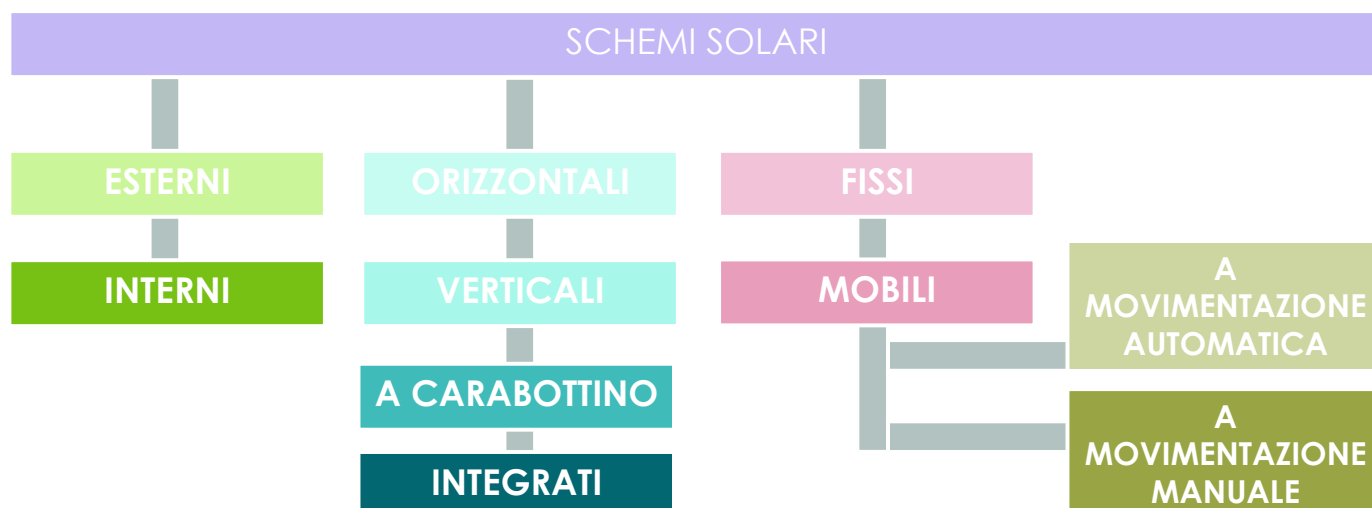
## SCHERMI SOLARI

*“Lo schermo è un elemento tecnico con funzione di controllare in modo specifico l'energia radiante, l'illuminazione, il flusso termico e la visibilità tra gli spazi interni e gli spazi esterni”*

UNI 8369:1988 –Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia

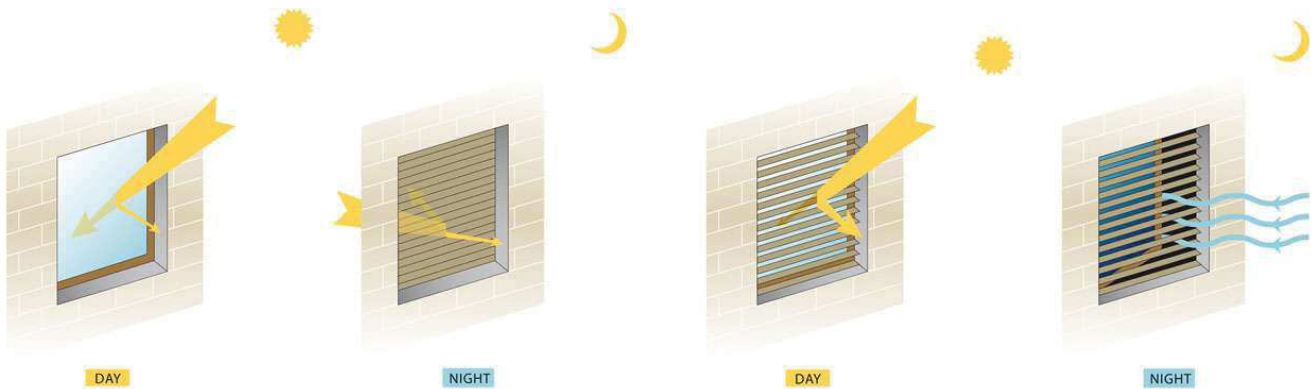
Gli schermi sono dispositivi complementari al serramento a cui è affidato il compito di controllare la radiazione solare convogliata all'interno degli ambienti, sia dal punto di vista energetico che luminoso. Lo schermo può contribuire ad integrare le prestazioni offerte dall'infisso come, ad esempio, la sicurezza, la resistenza alle intrusioni, l'isolamento termico e acustico notturni.

## SCHERMI SOLARI



## SCHERMI SOLARI

Se opportunamente progettate, le schermature sono in grado di controllare la penetrazione della radiazione luminosa (luce e calore) durante tutto l'anno.



### Comportamento invernale

Durante il giorno devono rimanere sollevate/aperte per lasciar entrare la radiazione solare (**guadagni diretti**).

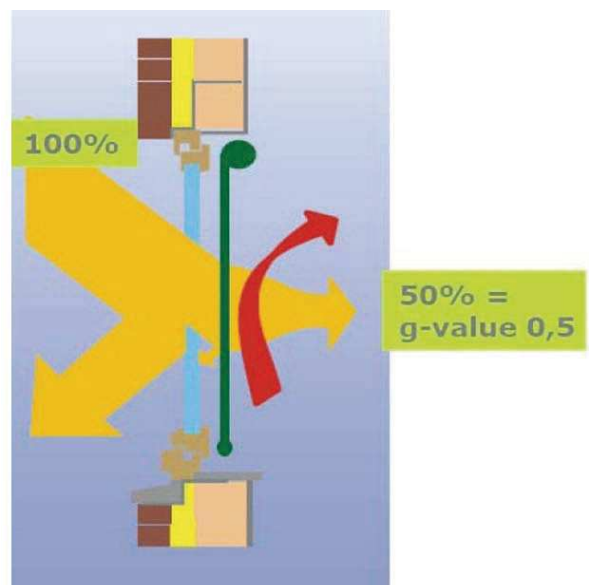
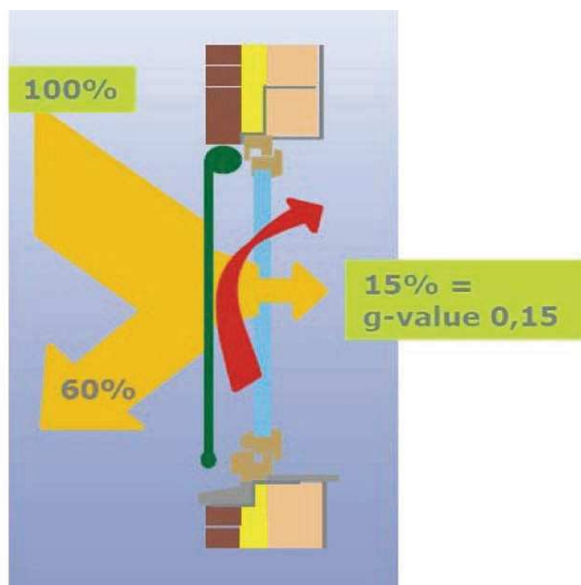
Durante la notte devono essere completamente chiuse per non lasciar uscire il calore (**perdite per trasmissione**)

### Comportamento estivo

Durante il giorno contribuiscono al **controllo del surriscaldamento**.

Durante la notte sono permeabili alle brezze e permettono la ventilazione naturale degli ambienti (**raffrescamento notturno**)

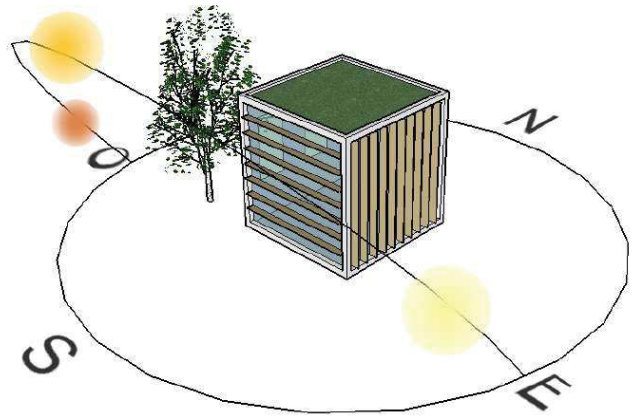
## SCHERMI SOLARI





## ORIENTAMENTO DELL'EDIFICIO

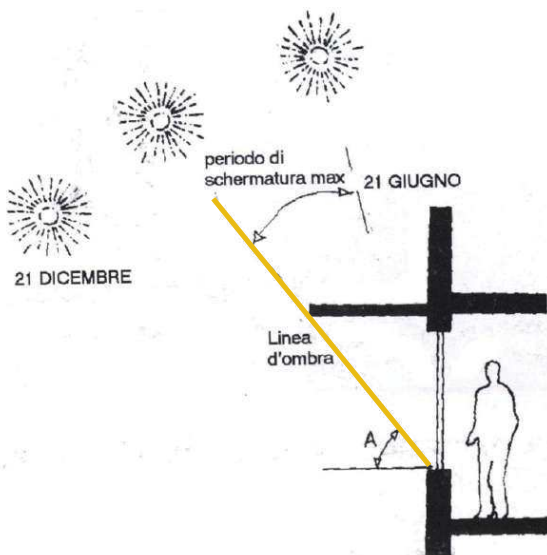
- **Sud** : grandi aperture protette da corretti sporti di gronda o schermi solari posizionati orizzontalmente
- **Nord**: chiusure verticali altamente isolanti e poche aperture di piccole dimensioni
- **Est**: aperture anche grandi controllate da frangisole verticali
- **Ovest**: ridotte aperture o alta protezione costituita da schermi solari verticali o alberature a foglia caduca



## SCHERMI SOLARI – per infissi esposti a SUD

In fase di progettazione, il primo passo è scegliere se adottare un dispositivo fisso o mobile considerando che:

- se la priorità è l'ombreggiamento (e meno il guadagno termico) è preferibile uno schermo fisso, ad esempio un aggetto
- se è necessario garantire sia l'ombreggiamento che il guadagno termico, è preferibile adottare un sistema mobile

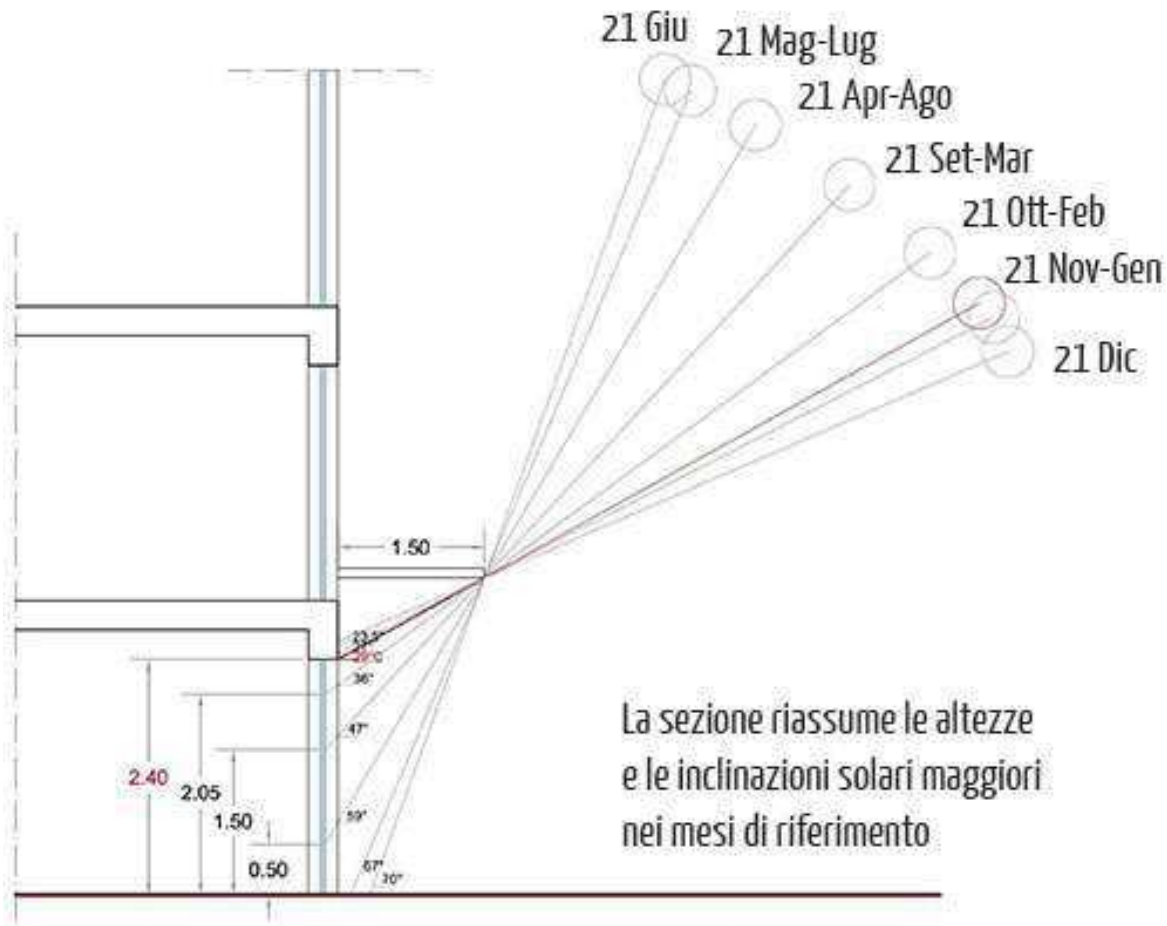


Variazione dell'angolo di incidenza della radiazione solare tra il periodo estivo e quello invernale: se l'aggetto fosse dimensionato rispetto all'angolo estivo riuscirebbe a schermare la finestra solo per quel giorno dell'anno in cui i raggi solari hanno altezza massima (21 giugno).

Per un corretto dimensionamento ci si basa sulla **retta di piena insolazione**, definita dall'angolo A e tracciata dal davanzale della finestra.

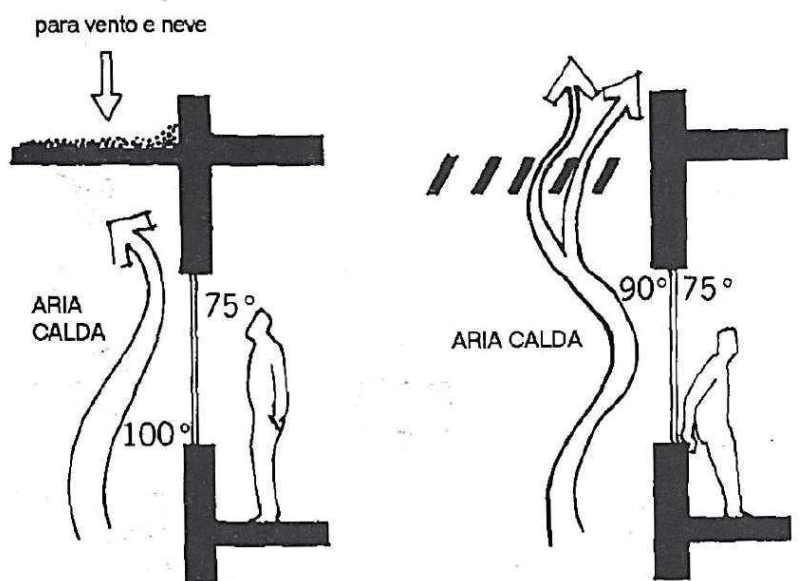
Il valore di A (altezza solare) è tabellato in funzione della regione climatica di appartenenza e della latitudine e del periodo dell'anno.

## SCHERMI SOLARI – per infissi esposti a SUD



## SCHERMI SOLARI – per infissi esposti a SUD

Un unico oggetto orizzontale può essere sostituito da una **serie di elementi schermanti inclinati** la cui dimensione e la cui distanza saranno determinati in modo tale da impedire il passaggio della radiazione solare diretta. **In questo modo si riduce sia il carico strutturale, sia il sovraccarico accidentale, lasciando permeabilità al vento e alla neve.** In estate, la presenza di un elemento permeabile permette lo smaltimento dell'aria calda che si accumula nelle immediate vicinanze dell'edificio.



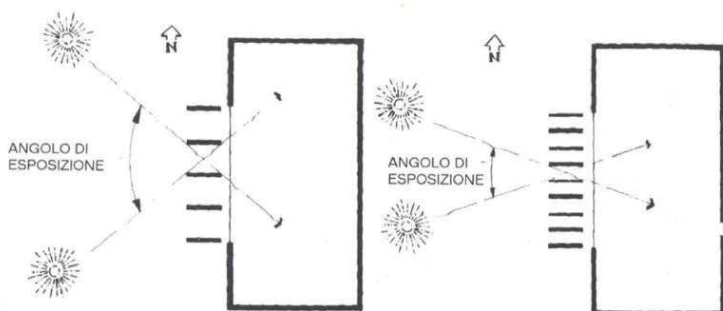
## SCHERMI SOLARI – elementi verticali

Le schermature con elementi verticali sono impiegate generalmente sui fronti EST e OVEST, sui quali la radiazione incide con un'altezza inferiore rispetto all'orizzonte (mattino e pomeriggio). In questi fronti non è possibile schermare efficacemente la radiazione solare attraverso dispositivi fissi, quali gli aggetti.

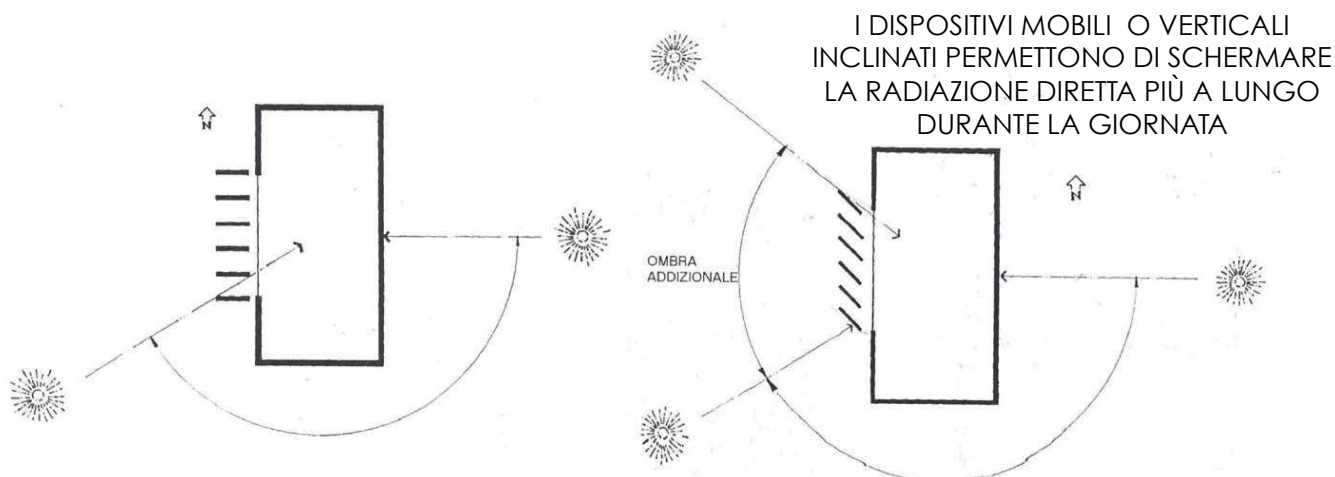
L'effetto di schermatura può essere ottenuto anche mediante **elementi inclinati** rispetto al fronte dell'edificio, con **elementi mobili** (orientabili secondo le diverse ore del giorno) e mediante la combinazione di elementi orizzontali e verticali



## SCHERMI SOLARI – per infissi esposti a EST e OVEST



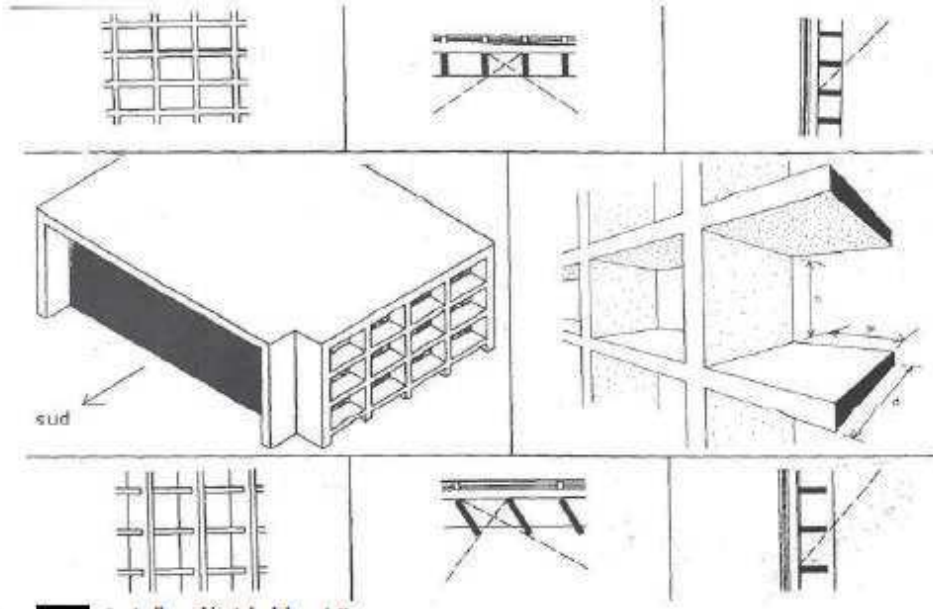
RIDUZIONE DELL'ANGOLO DI ESPOSIZIONE RELATIVA ALL'AVVICINAMENTO DEGLI ELEMENTI SCHERMANTI



I DISPOSITIVI MOBILI O VERTICALI INCLINATI PERMETTONO DI SCHERMARE LA RADIAZIONE DIRETTA PIÙ A LUNGO DURANTE LA GIORNATA

## SCHERMI SOLARI – per infissi esposti a EST e OVEST

I dispositivi fissi posti perpendicolarmente tra loro (a “carabottino”) sono i più adatti alla protezione delle superfici est e ovest in climi molto caldi. Il sistema è particolarmente efficace poiché permette il controllo dei raggi solari sia nelle diverse ore del giorno sia nelle diverse stagioni, ma riduce notevolmente la visione verso l'esterno.

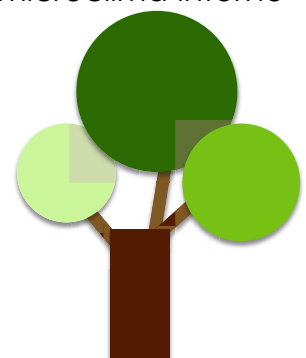


## SCHERMI SOLARI – vegetali

Le schermature vegetali consistono nell'uso di **alberi o piante rampicanti per controllare il soleggiamento estivo su un edificio.**

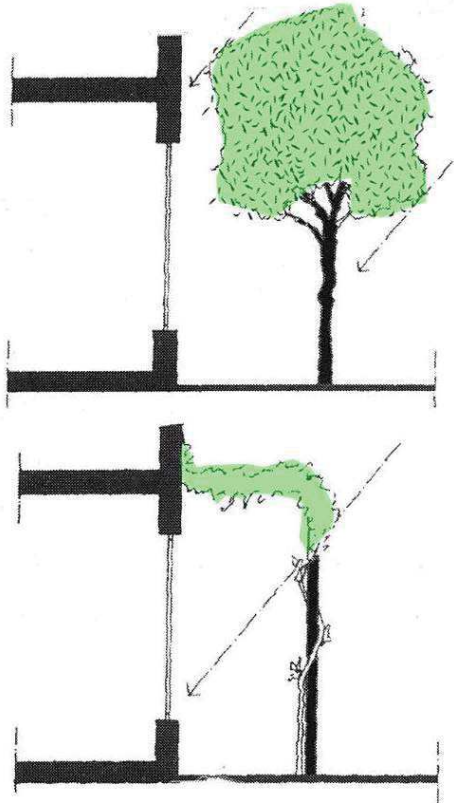
Si può intervenire in due modi:

- **Piantumando alberi a foglie caduche nei pressi dell'edificio.** In questo modo la facciata vicina agli alberi sarà ombreggiata in estate, quando gli alberi hanno le foglie, e soleggiata in inverno, quando gli alberi le perdono.
- **Piantumando uno o più rampicanti, in modo che si aggrappino direttamente alla facciata o ad una struttura leggera di cavi incrociati** che può essere realizzata in orizzontale partendo dalla facciata, o in verticale a pochi cm di distanza dalla facciata. Il funzionamento estivo e invernale è lo stesso che per gli alberi: deve essere scelto un tipo di rampicante che perda le foglie in inverno, in modo da ombreggiare in estate e consentire il soleggiamento in inverno. Questo tipo di schermatura ha anche il vantaggio di influire positivamente sul microclima intorno all'edificio così come avviene per i tetti verdi.

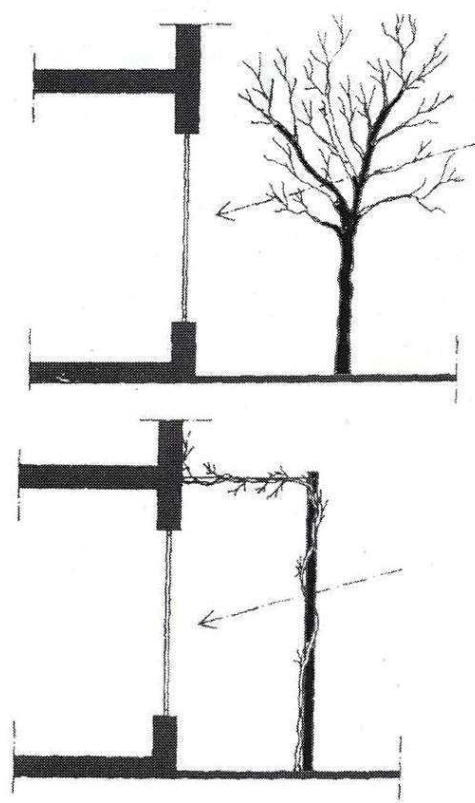


## SCHERMI SOLARI – vegetali

CONFIGURAZIONE ESTIVA



CONFIGURAZIONE INVERNALE



## CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI **ESTIVI**

Ridurre gli apporti termici dovuti all'irraggiamento solare durante il regime estivo

### Livello di prestazione

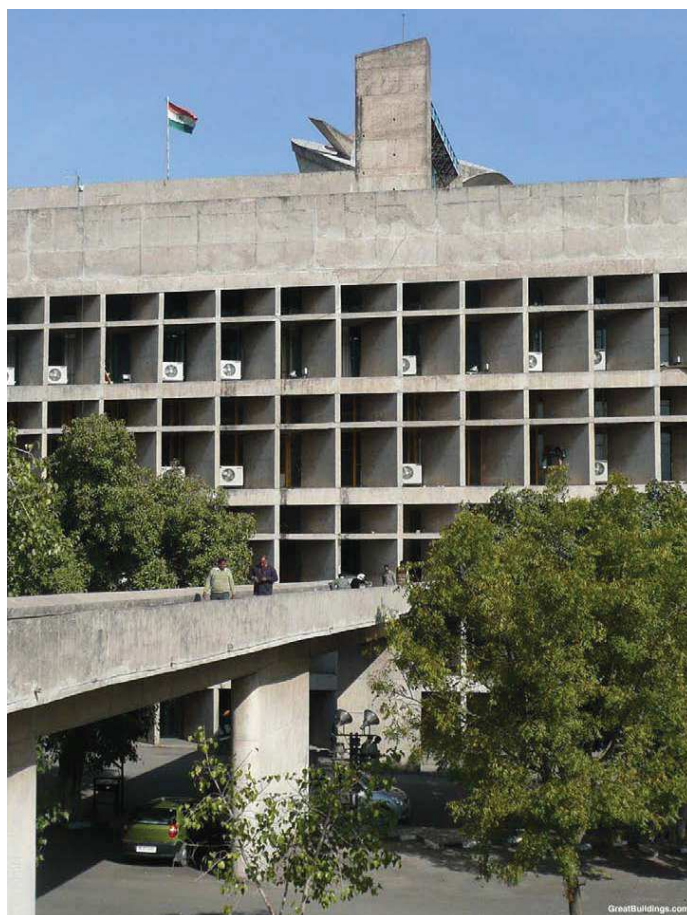
Al fine di contenere la temperatura interna degli ambienti e di limitare conseguentemente i fabbisogni energetici per il raffrescamento degli edifici:

- A) **protezione delle chiusure maggiormente esposte all'irraggiamento solare;**
- B) **riduzione** dell'apporto di calore per **irraggiamento solare attraverso le superfici vetrate;**
- C) **inerzia termica, sfasamento e attenuazione dell'onda termica;**
- D) **favorire la ventilazione naturale degli ambienti.**

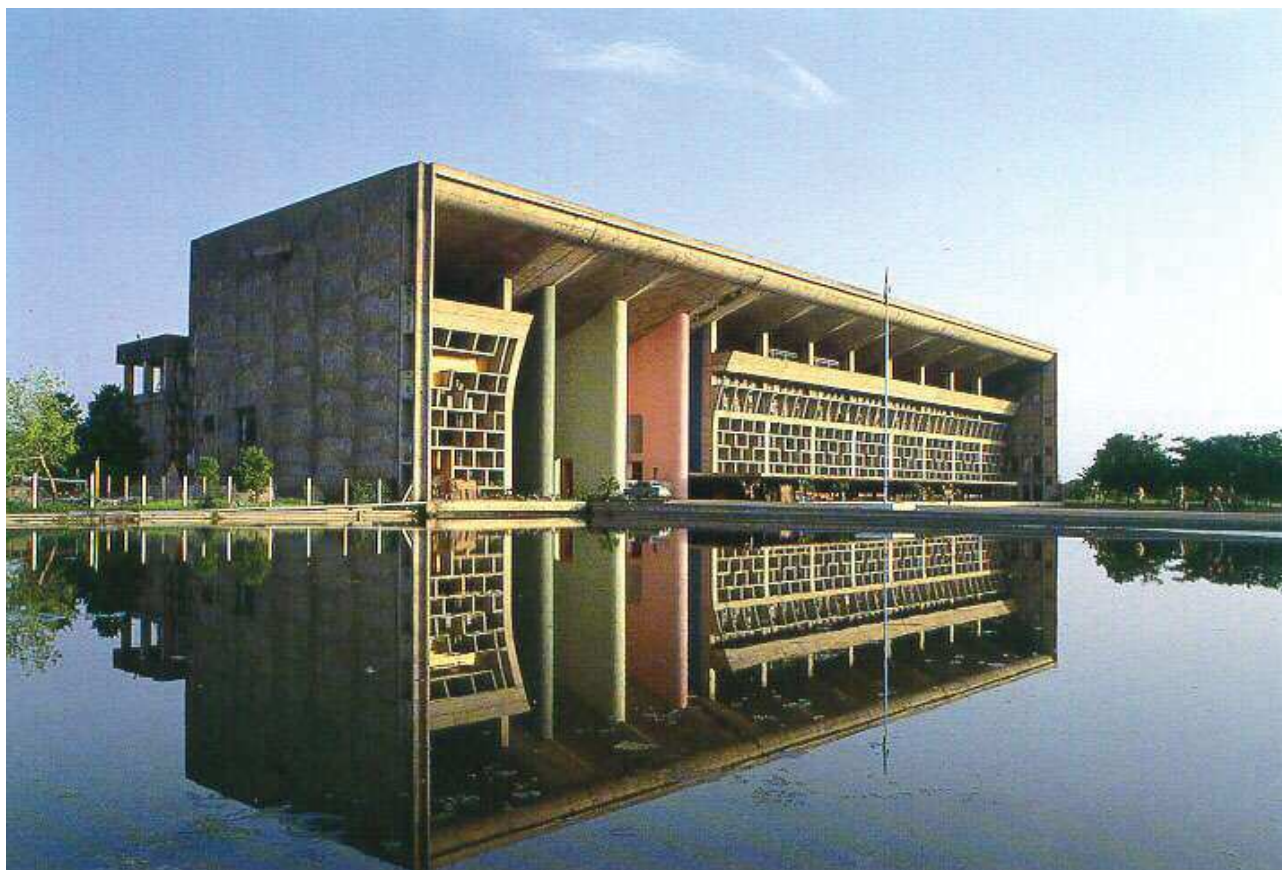
Le Corbusier  
Palazzo dell'Assemblea, Chandigarh India



Le Corbusier  
Palazzo dell'Assemblea, Chandigarh India



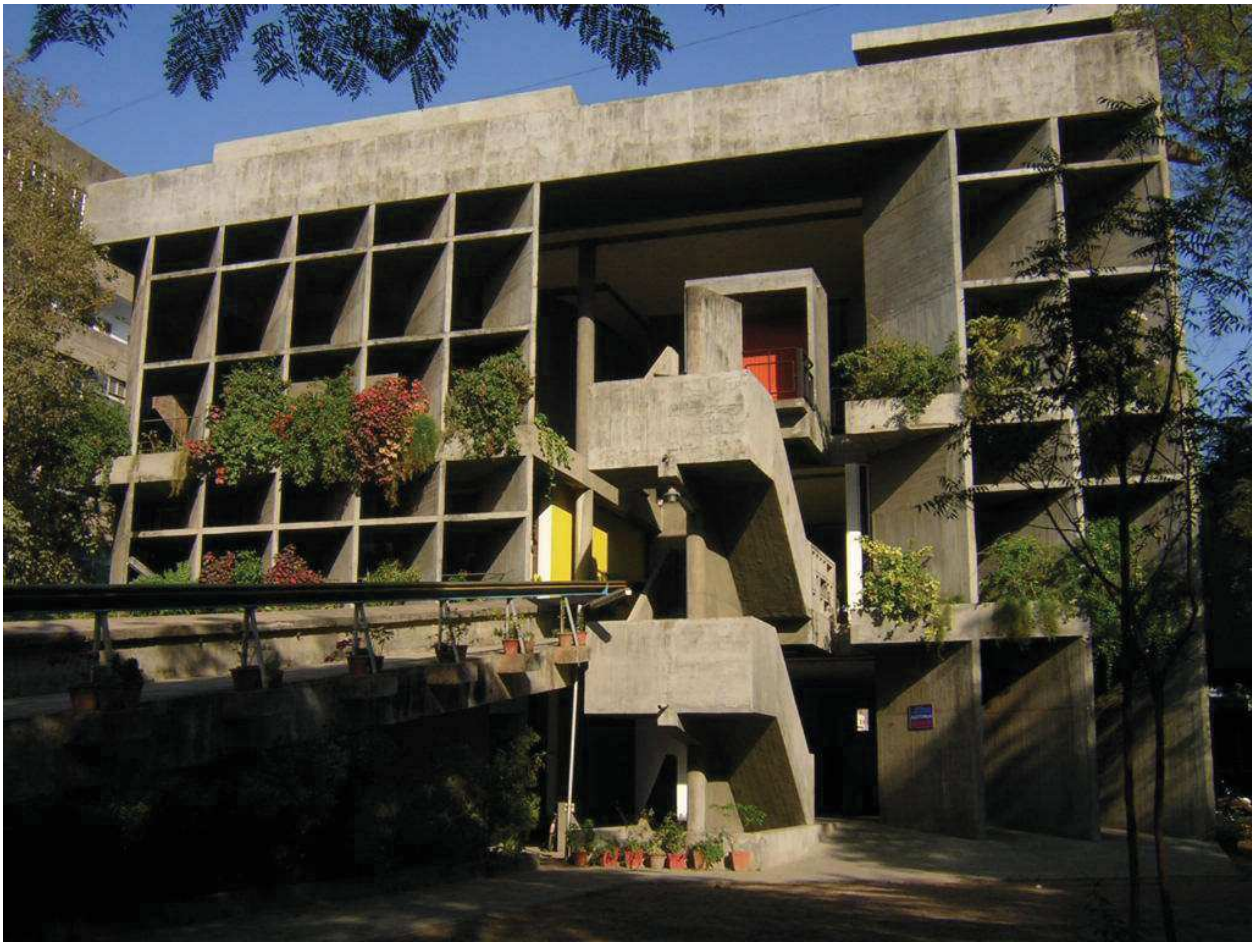
Le Corbusier  
Alta corte, Chandigarh India



Le Corbusier  
Alta corte, Chandigarh India



Le Corbusier  
Mill Owner, Ahmedabad, India



Le Corbusier  
Mill Owner, Ahmedabad, India





Baumschlager e Eberle  
ETH e-Science Lab, Zurigo Svizzerra



Baumschlager e Eberle  
ETH e-Science Lab, Zurigo Svizzerra



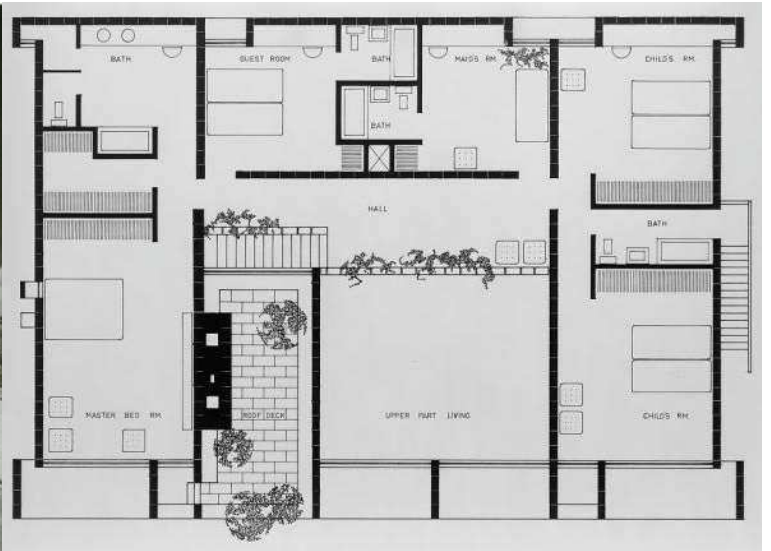
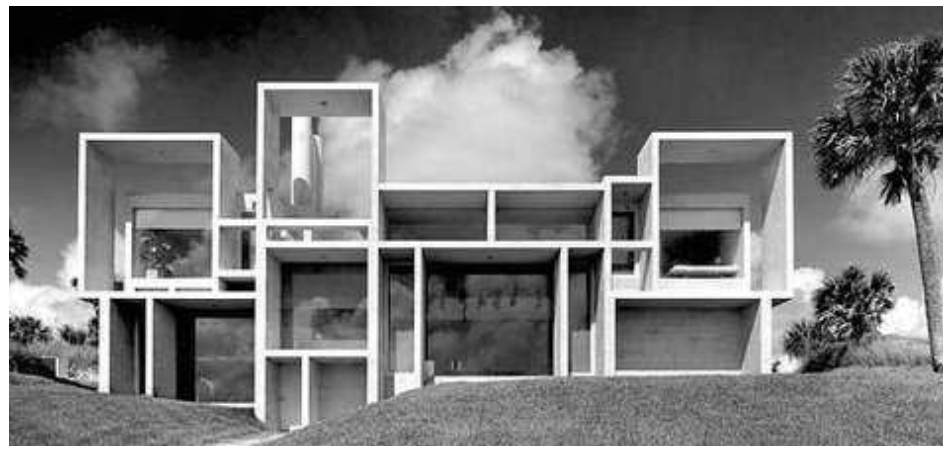
Baumschlager e Eberle  
ETH e-Science Lab, Zurigo Svizzera



PIUARCH  
Bentini Headquarters, Faenza Italia



Paul Rudolph  
Milam Residence, Florida



Baas Jordi Badia  
Progrés-Raval Health Center, Barcelona



Fran Silvestre Arquitectos  
House on mountainside, Valencia Spagna



**TENDE INTERNE E ESTERNE**



Edificio per uffici  
San Francisco



João Luís Carrilho da Graça, Inês Lobo  
Uffici di un'industria, Porto Portogallo



João Luís Carrilho da Graça, Inês Lobo  
Uffici di un'industria, Porto Portogallo



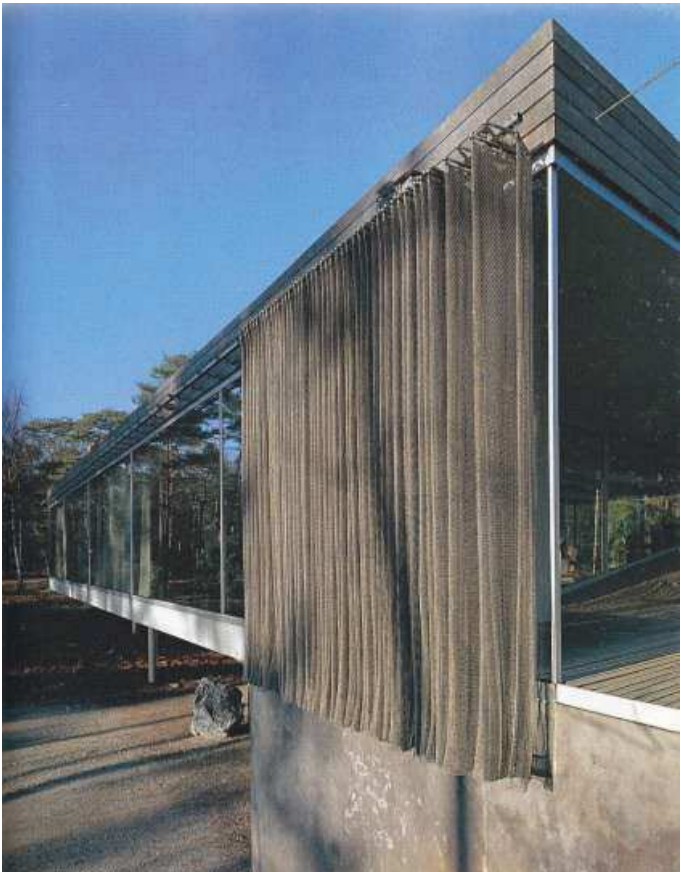
João Luís Carrilho da Graça, Inês Lobo  
Uffici di un'industria, Porto Portogallo



Rem Koolhaas  
Dutch House, Olanda



Rem Koolhaas  
Dutch House, Olanda



Alvaro Siza  
Pavilhão de Portugal, Lisboa Portugallo



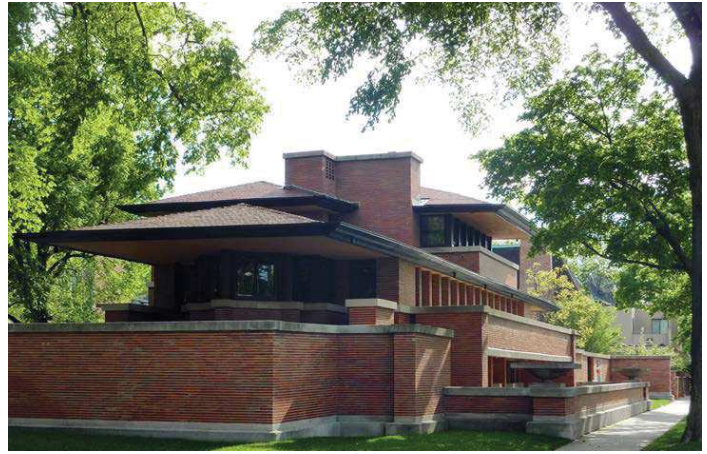
*“Le sue forme, modellate dalla luce, hanno una semplicità ingannevole, ma sono oneste. [...] Che la semplicità dopo un esame più attento però si rivela con grande complessità. C'è una sottile maestria di fondo di quelle che sembrano essere creazioni naturali”*

Alvaro Siza  
Pavilhão de Portugal, Lisboa Portugallo





Frank Lloyd Wright  
Casa Robie



Mies Van De Rohe  
Casa Farnsworth



Baumschlager e Eberle  
Edificio residenziale Lohbach, Innsbruck Austria



Baumschlager e Eberle  
Edificio residenziale Lohbach, Innsbruck Austria



Baumschlager e Eberle

Edificio residenziale Lohbach, Innsbruck Austria



Baumschlager e Eberle

Edificio residenziale, Achslengut St. Gallen Svizzera



Baumschlager e Eberle

Edificio residenziale, Achslengut St. Gallen Svizzera

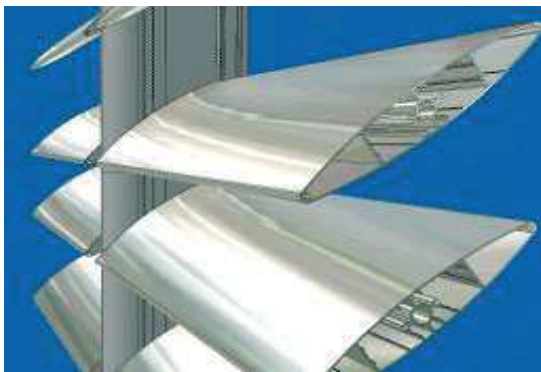


Baumschlager e Eberle

Edificio residenziale, Achslengut St. Gallen Svizzera



## FRANGISOLE ORIZZONTALI



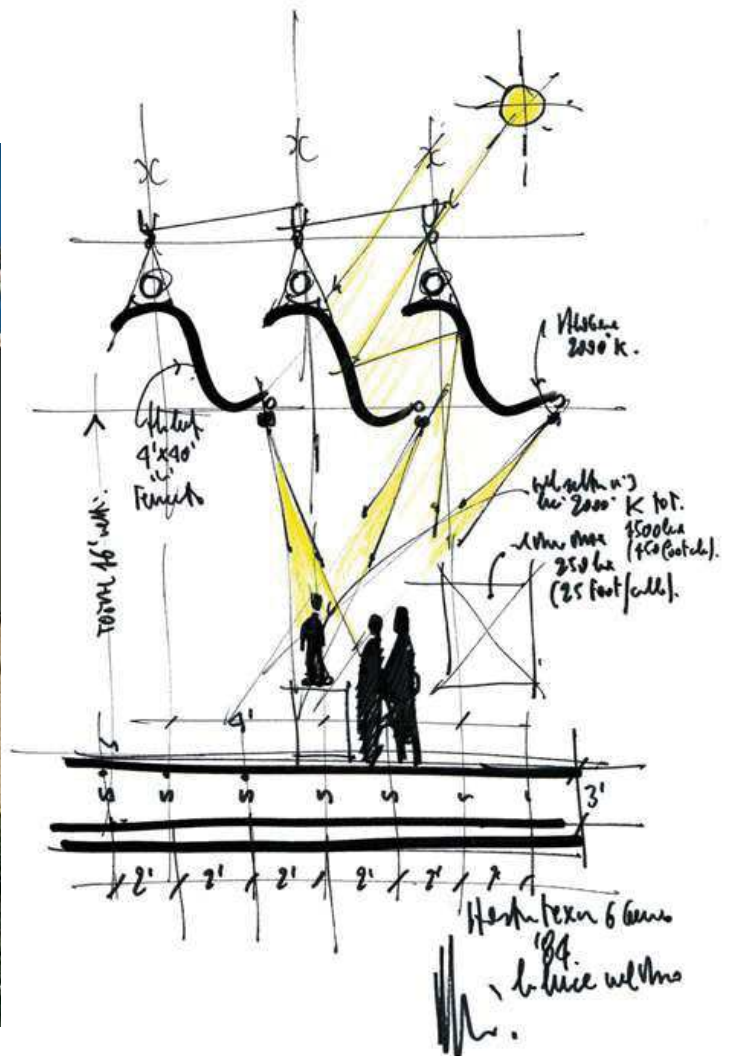
## FRANGISOLE VERTICALI



Renzo Piano BW  
Menil Collection, Houston Texas



Renzo Piano BW  
Menil Collection, Houston Texas



Renzo Piano BW  
Menil Collection, Houston Texas



Thomas Herzog  
Uffici Soka-bau, Wiesbaden, Germania



Thomas Herzog  
Uffici Soka-bau, Wiesbaden, Germania

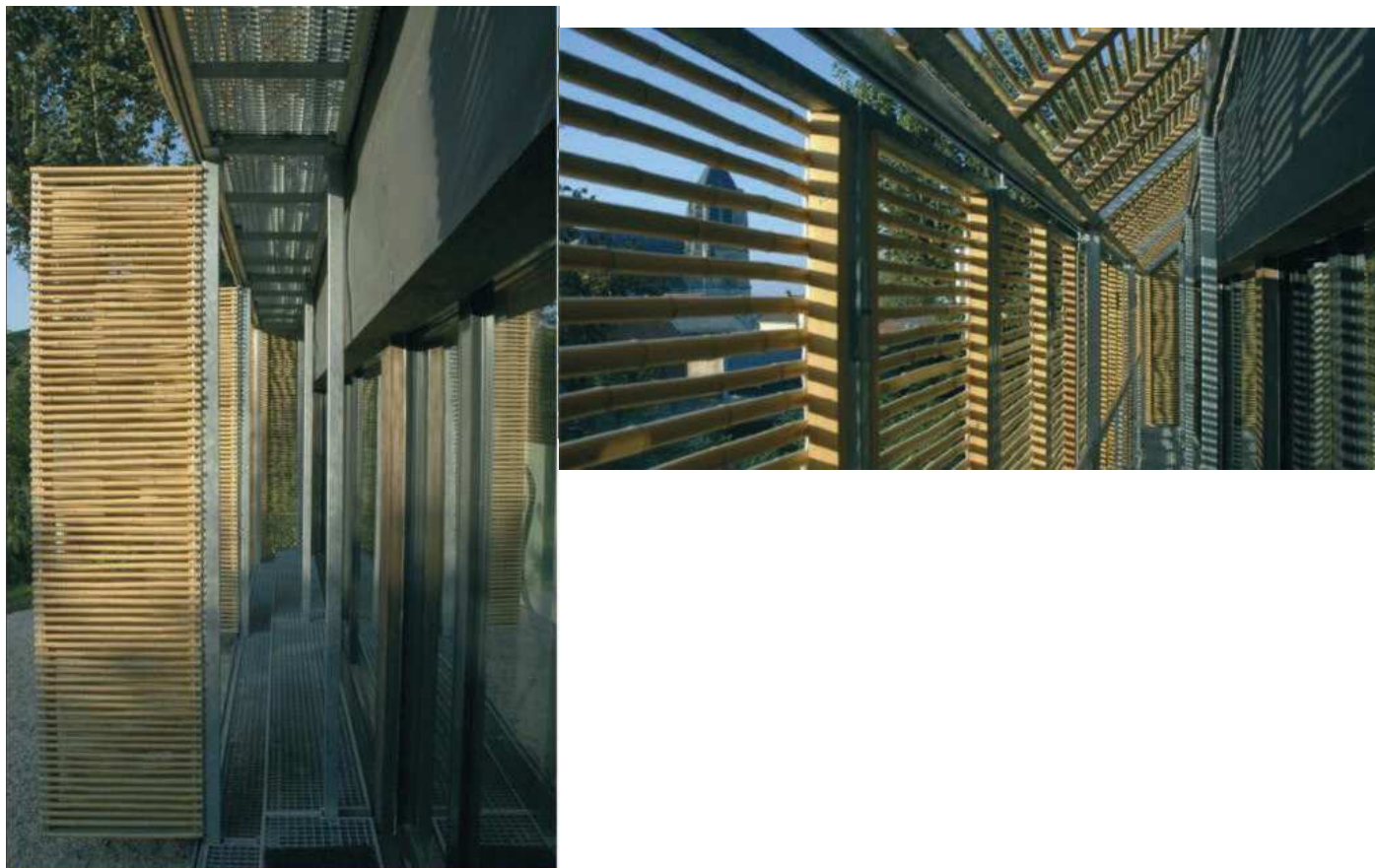


Karawitz Architecture  
Casa di vacanza, BESSANCOURT, Francia





Karawitz Architecture  
Casa di vacanza, BESSANCOURT, Francia



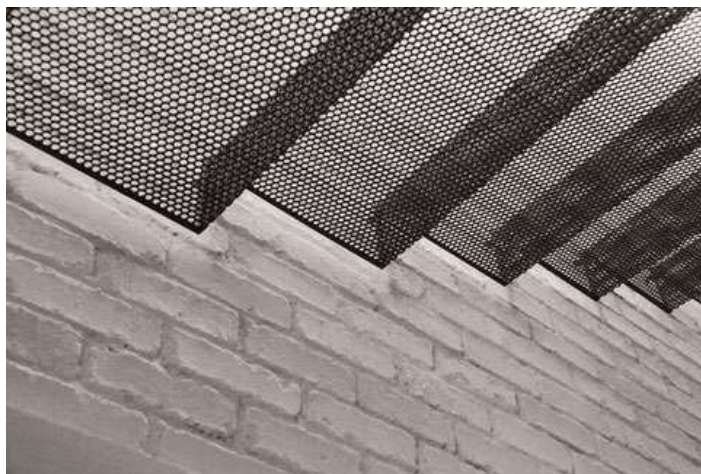
*Corso regionale ITS – Fondazione Istituto Tecnico Superiore Territorio, energia, Costruire  
prof. Marta Calzolari*

Karawitz Architecture  
Casa di vacanza, BESSANCOURT, Francia

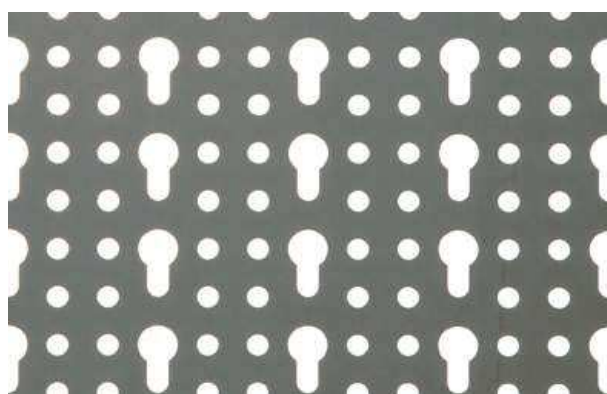
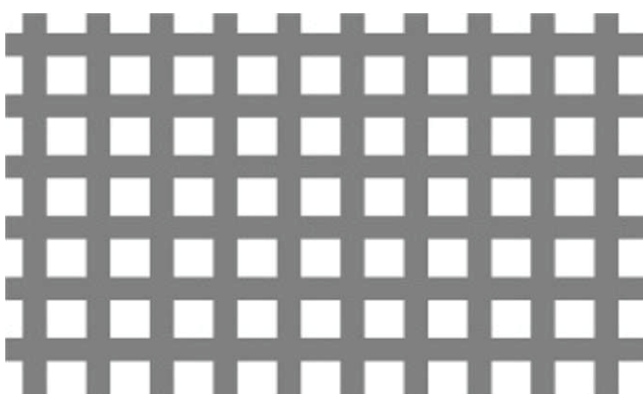
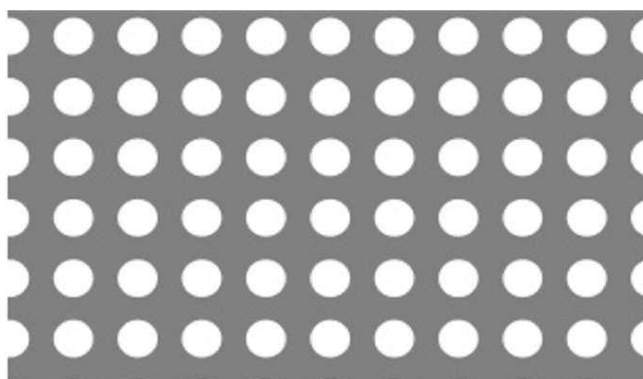


*Corso regionale ITS – Fondazione Istituto Tecnico Superiore Territorio, energia, Costruire  
prof. Marta Calzolari*

## LAMIERA FORATA O STIRATA



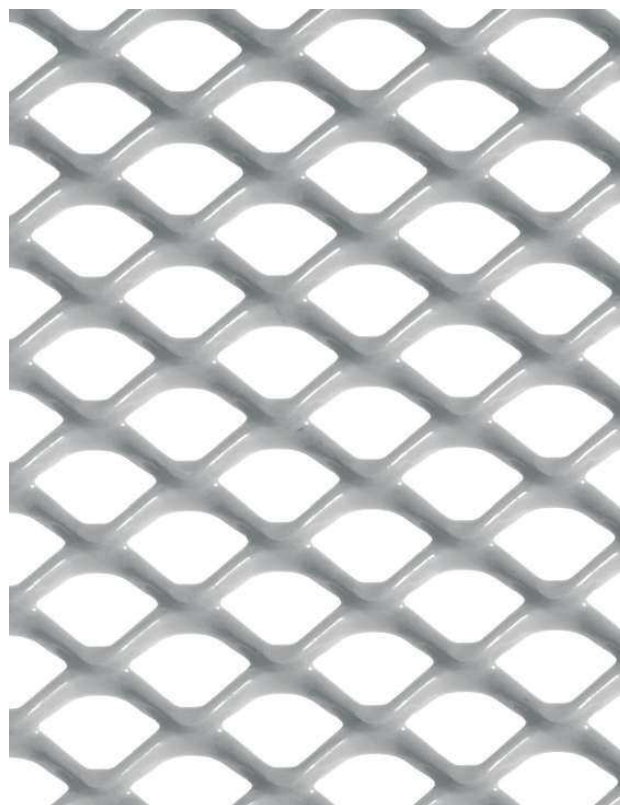
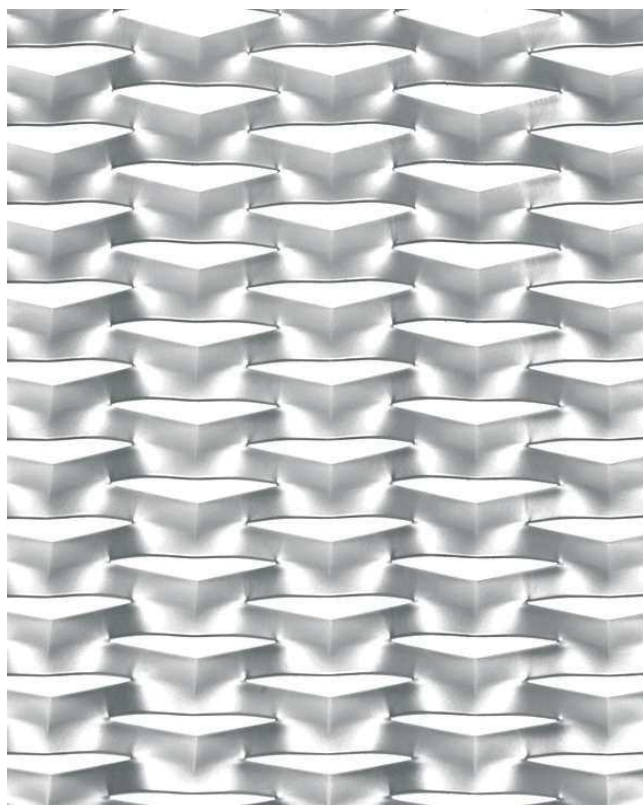
## LAMIERA FORATA



## LAMIERA STIRATA



## LAMIERA STIRATA



Herzog e de Meuron

De Young Museum, Golden Gate Park, San Francisco

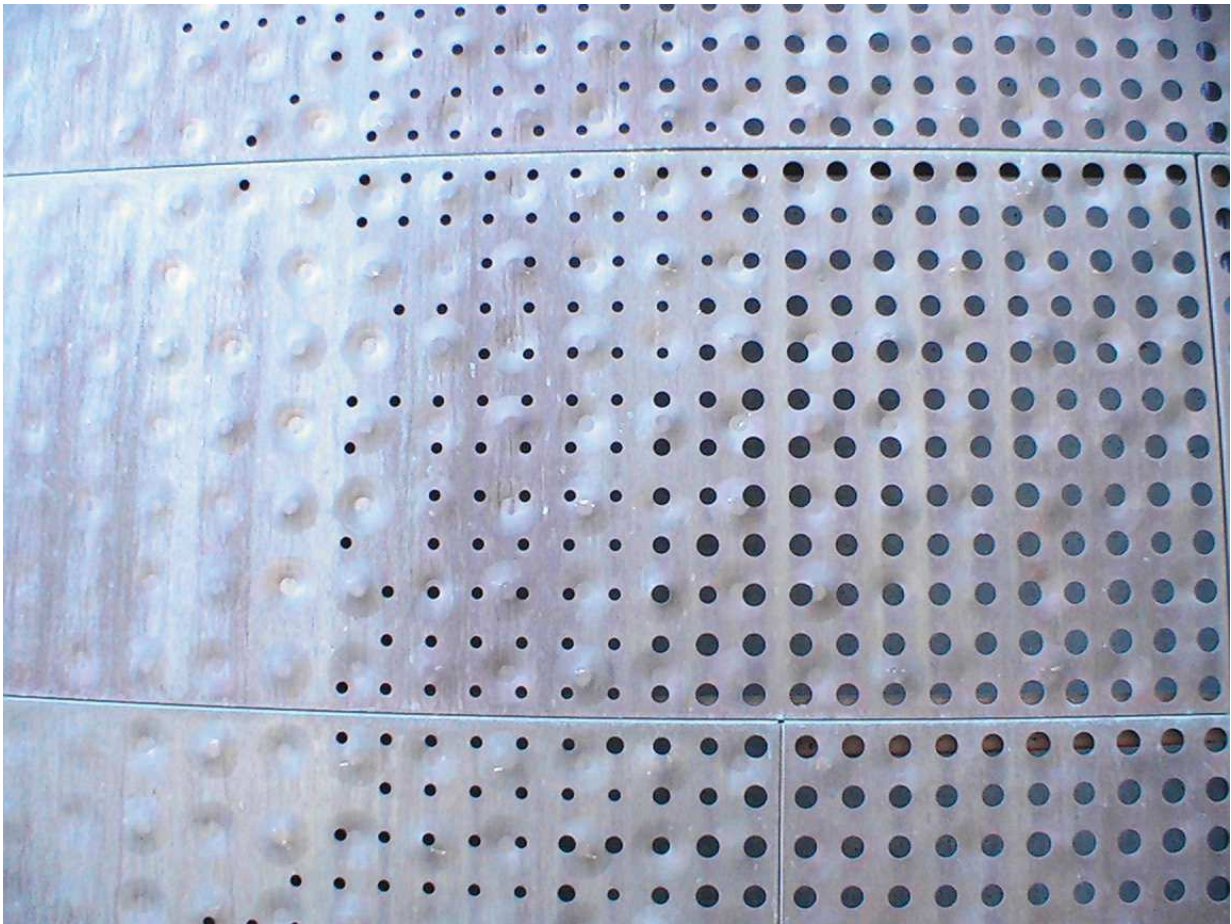


Herzog e de Meuron

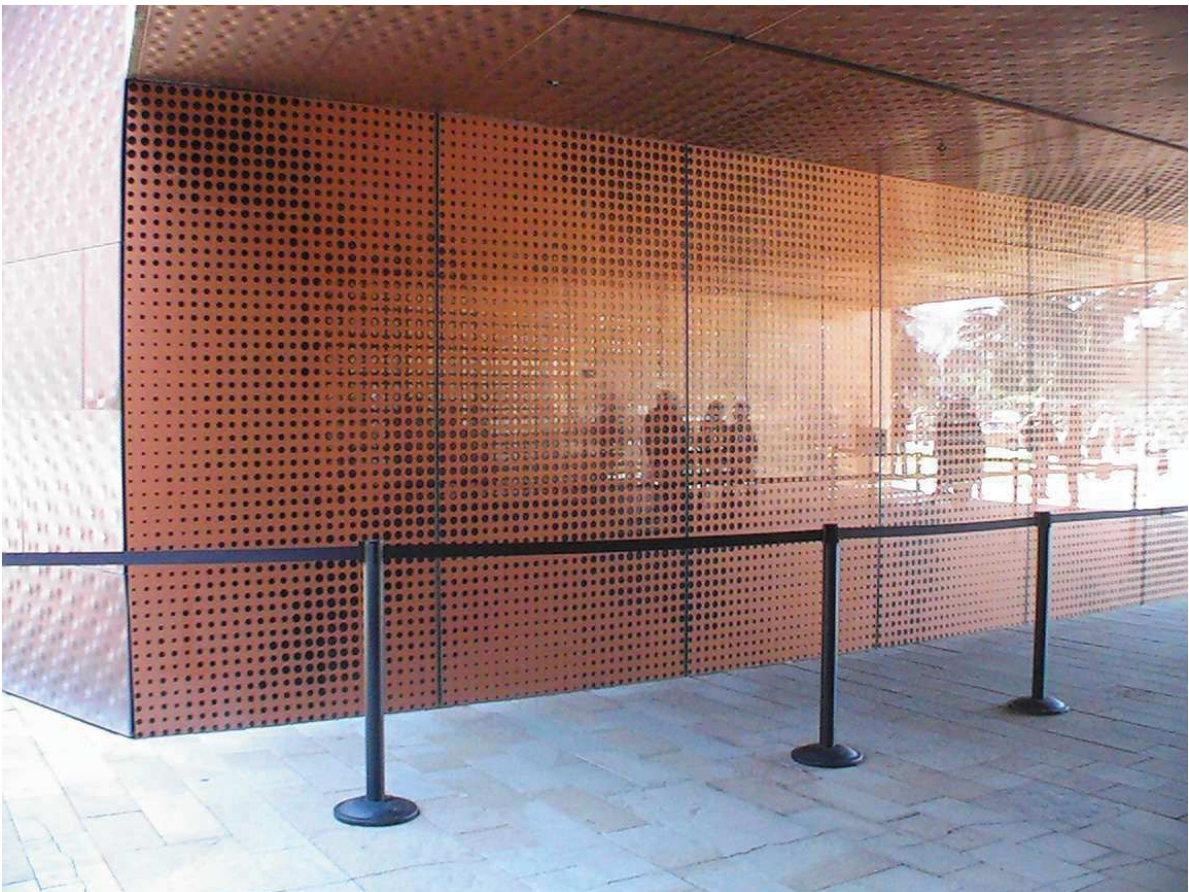
De Young Museum, Golden Gate Park, San Francisco



Herzog e de Meuron  
De Young Museum, Golden Gate Park, San Francisco



Herzog e de Meuron  
De Young Museum, Golden Gate Park, San Francisco



Antonio Jimenez Torrecillas

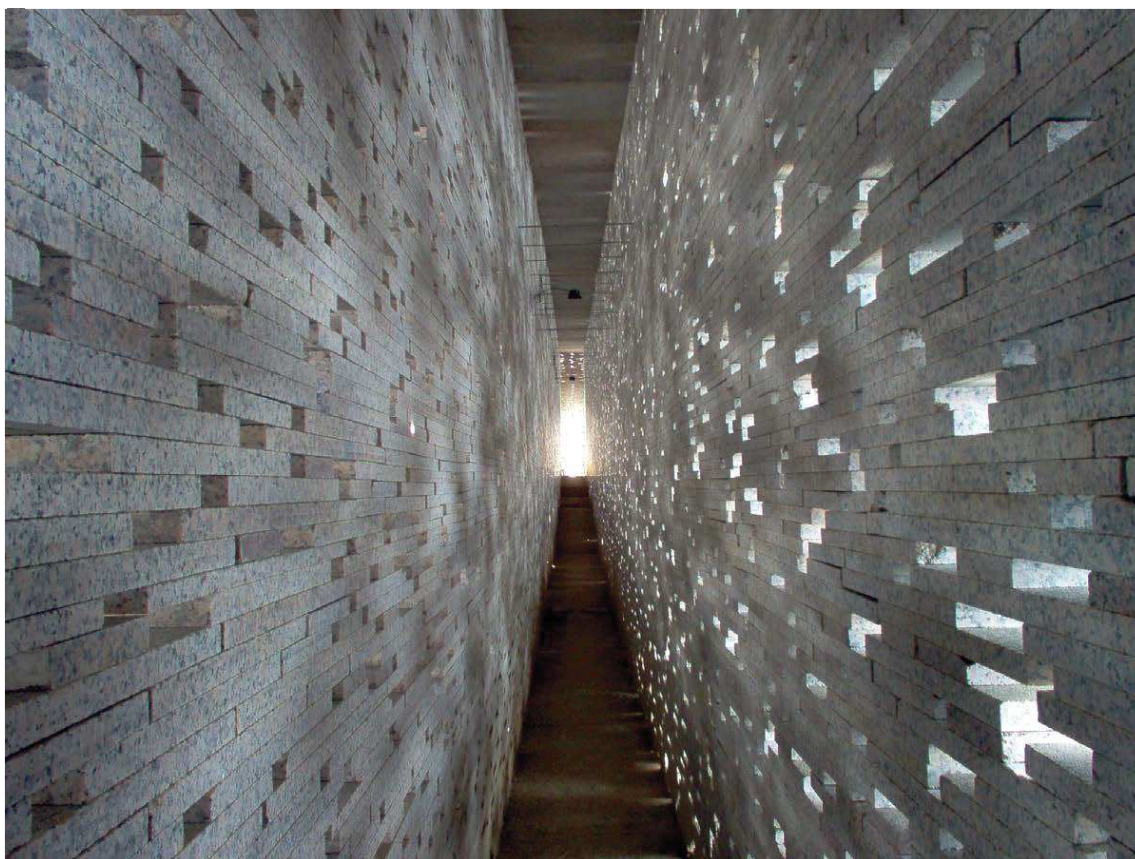
Ricostruzione di un brano di mura storiche, Granada, Spagna



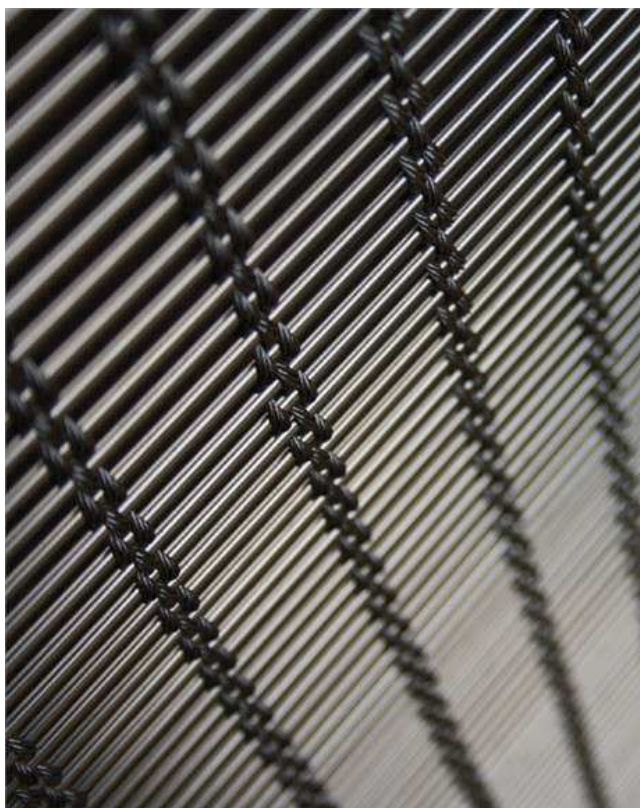
Antonio Jimenez Torrecillas

Ricostruzione di un brano di mura storiche

Granada, Spagna



## SISTEMI A MAGLIA METALLICA



## USO DELLA VEGETAZIONE COME SCHERMO



Edera



Vite Americana



Kengo Kuma  
Z58, Shanghai Cina





## CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI **INVERNALI**

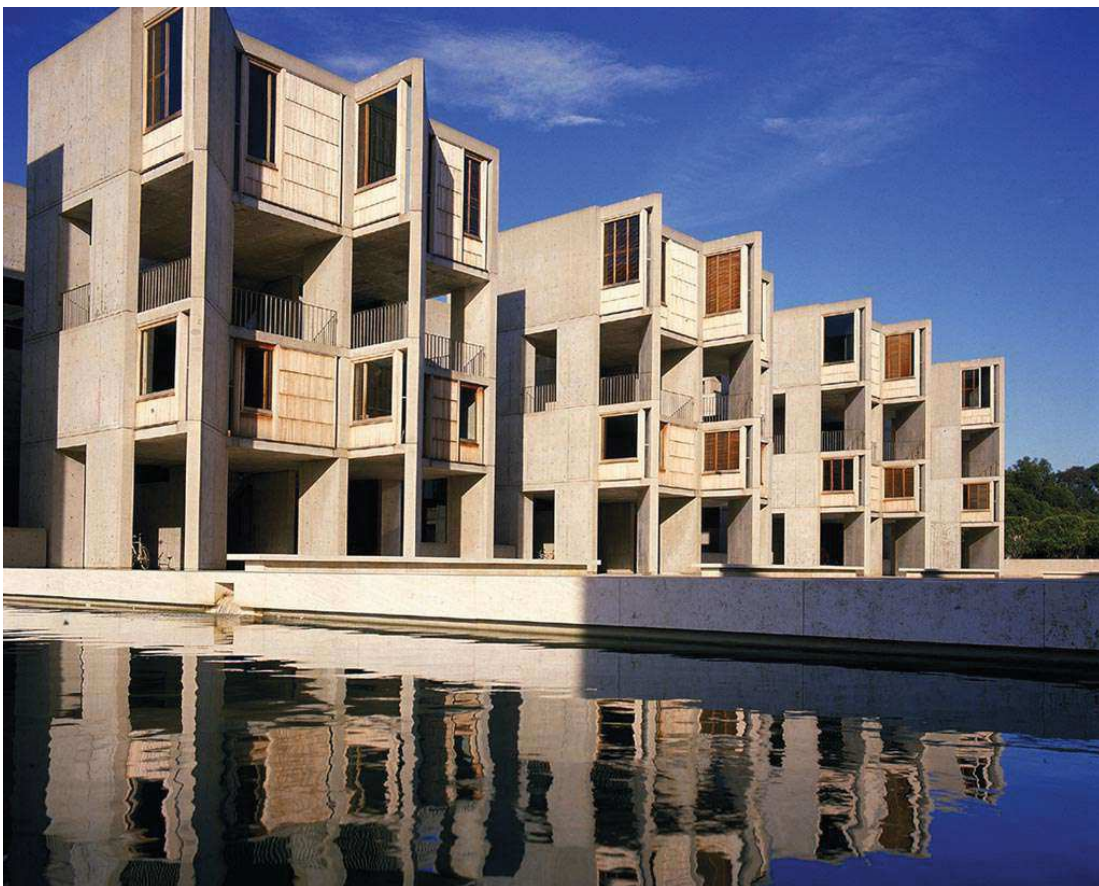
Favorire gli apporti termici dovuti all'irraggiamento solare durante il regime invernale

### **Livello di prestazione**

Al fine di contribuire al mantenimento della temperatura interna degli ambienti limitando conseguentemente i fabbisogni energetici per il riscaldamento degli edifici:

- A) Favorire** l'apporto di calore per **irraggiamento solare attraverso le superfici vetrate;**
- B) Isolamento per attenuazione dell'onda termica in uscita;**

Louis Khan  
John Salk Institute, California



Louis Khan  
John Salk Institute, California



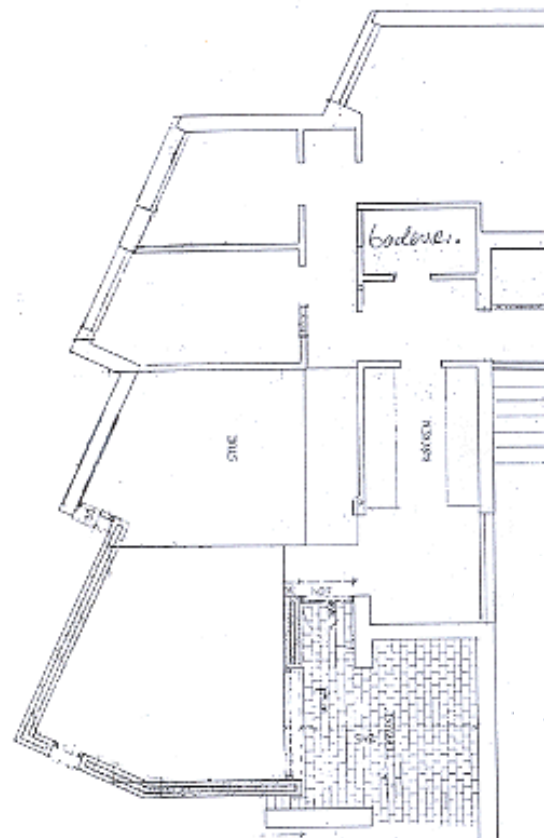
Louis Khan  
John Salk Institute, California



- H. Salling-Mortensen, Paul Niepoort
- Børglumkollegiet, Università di Aarhus Danimarca



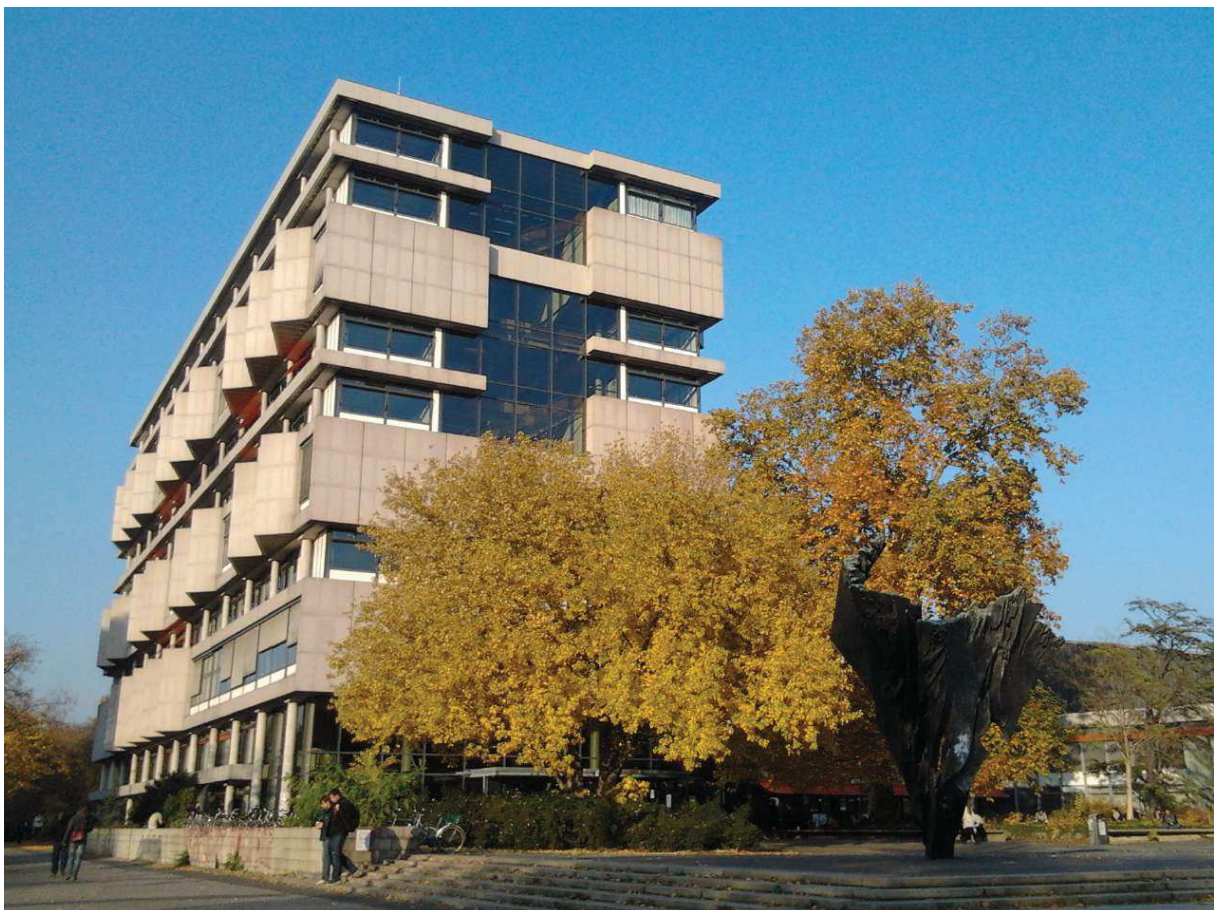
H. Salling-Mortensen, Paul Niepoort  
Børglumkollegiet, Università di Aarhus Danimarca



- Hans Scharoun/Bernhard Hermkes
- Facoltà di Architettura, Berlino



- Hans Scharoun/Bernhard Hermkes
- Facoltà di Architettura, Berlino



- Hans Scharoun/Bernhard Hermkes
- Facoltà di Architettura, Berlino



Alvar Aalto  
Villa Mairea, Noormakku Helsinki Finlandia



Alvar Aalto  
Villa Mairea, Noormakku Helsinki Finlandia



Alvar Aalto  
Villa Mairea, Noormakku Helsinki Finlandia



Norman Foster  
Casa Jaffe, Inghilterra



Michael Tribus Architecture  
Riqualificazione edificio Ex Post, Bolzano



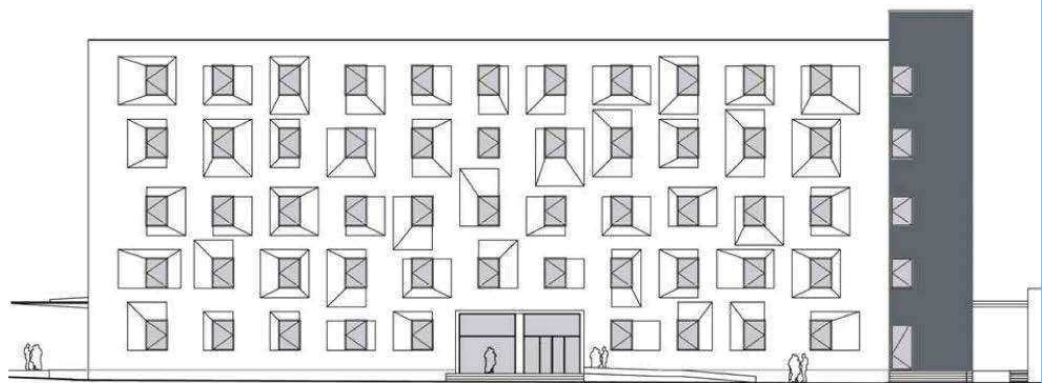
Michael Tribus Architecture  
Riqualificazione edificio Ex Post, Bolzano



178/148

Michael Tribus Architecture  
Riqualificazione edificio Ex Post, Bolzano

Maggiore infiltrazione di luce nei piani inferiori tramite apertura verticale degli sguinci delle finestre





Arne Jacobsen  
Municipio della città di Aarhus, Danimarca

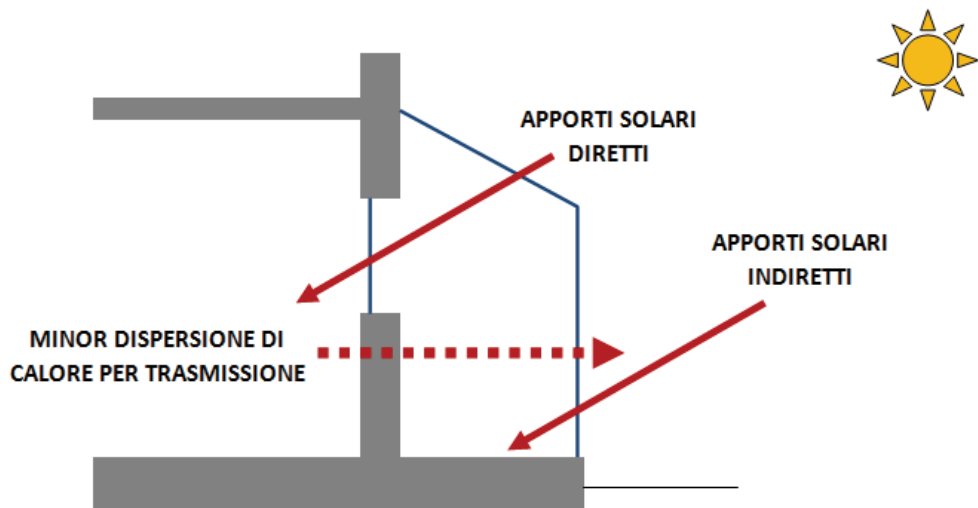


Power production Company, Skellefteå, Sweden

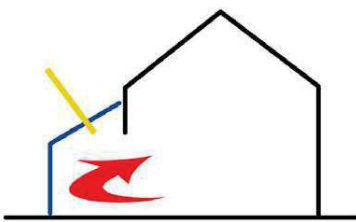


## SERRA SOLARE

- Una serra solare è un elemento addossato all'edificio costituito da una serra vera e propria che coadiuva il riscaldamento degli edifici attraverso la radiazione solare.

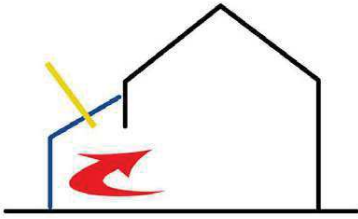


## SERRA SOLARE

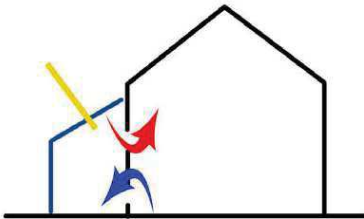


- SERRA A GUADAGNO DIRETTO

## SERRA SOLARE

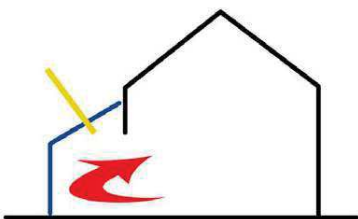


- SERRA A GUADAGNO DIRETTO

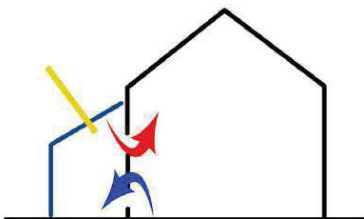


SERRA A GUADAGNO CONVETTIVO

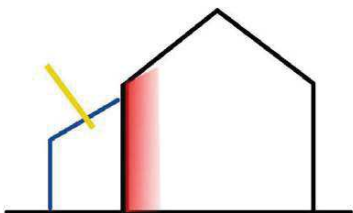
## SERRA SOLARE



- SERRA A GUADAGNO DIRETTO

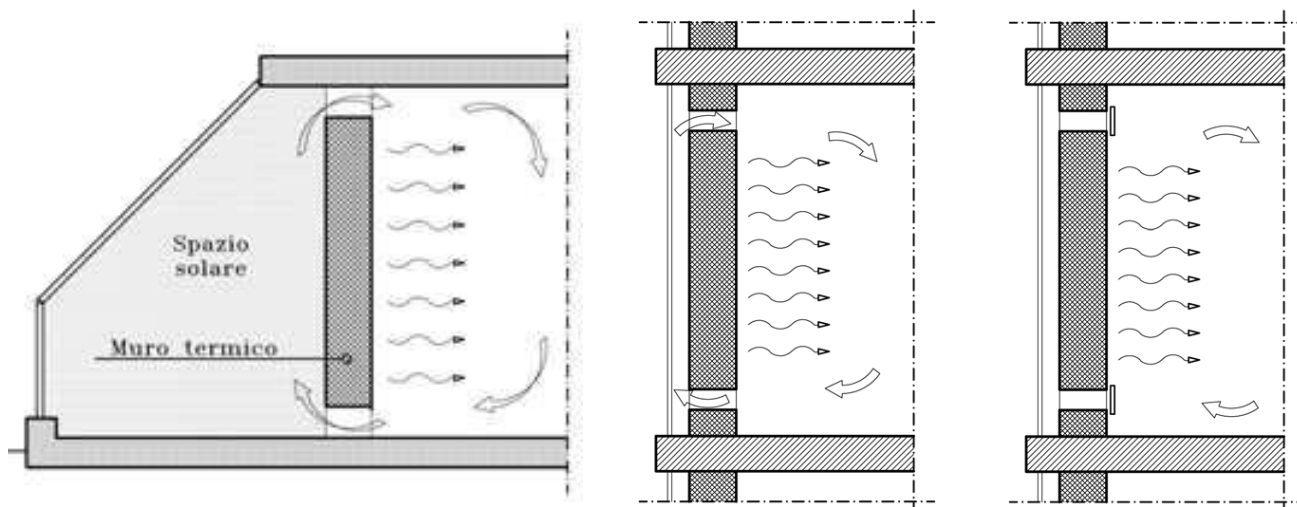


SERRA A GUADAGNO CONVETTIVO

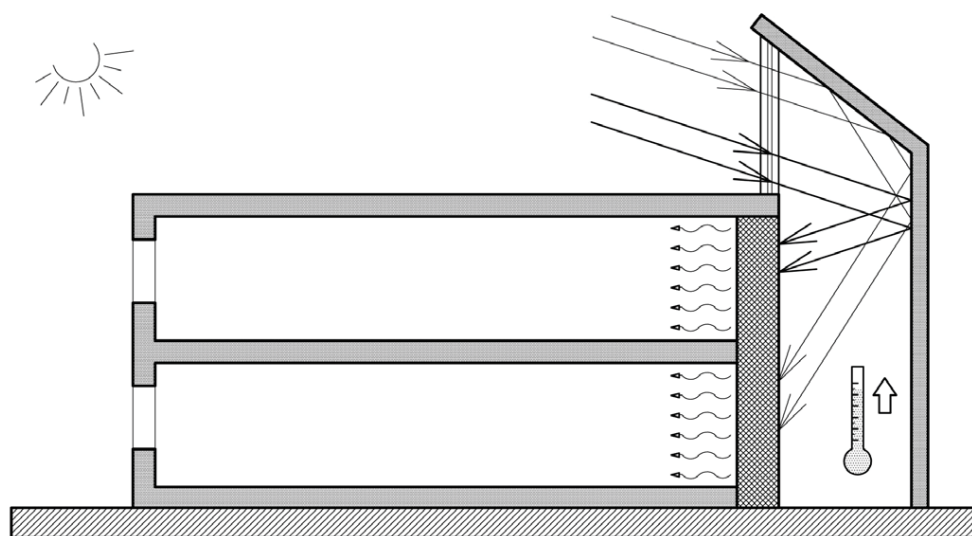


SERRA A GUADAGNO RADIANTE

## SERRA SOLARE – muro di trombe



## SERRA SOLARE – pozzo solare



Renzo Piano BW  
Sede de Il Sole 24 Ore, Milano



Renzo Piano BW  
Sede de Il Sole 24 Ore, Milano



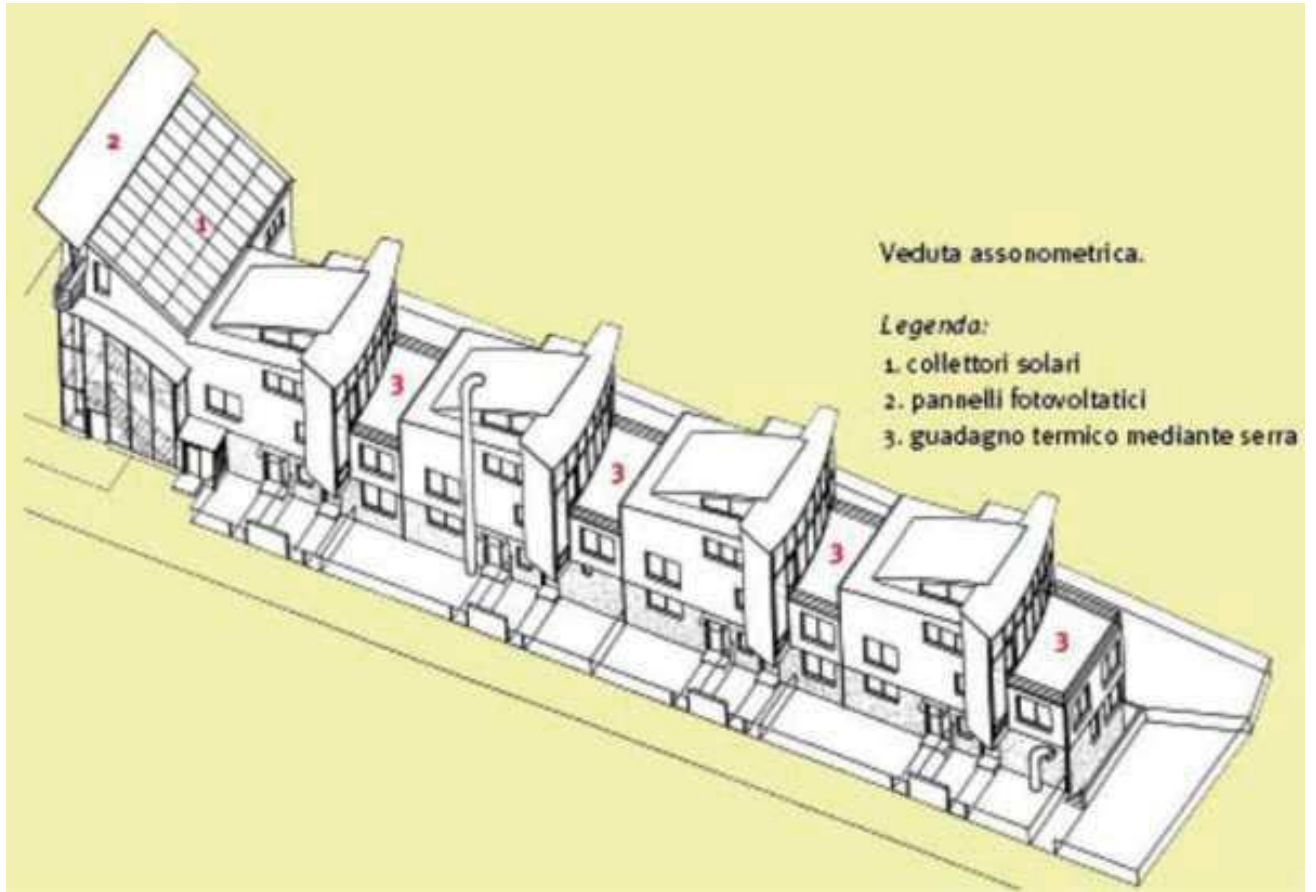
Renzo Piano BW  
Sede de Il Sole 24 Ore, Milano



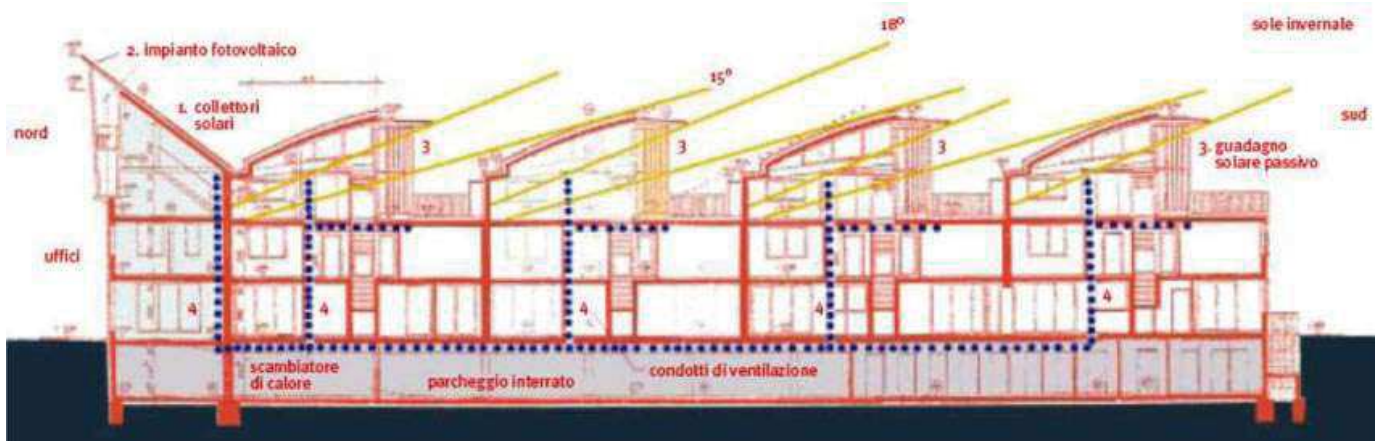
Georg W. Reinberg  
Complesso residenziale, Vienna



Georg W. Reinberg  
Complesso residenziale, Vienna



Georg W. Reinberg  
Complesso residenziale, Vienna



Georg W. Reinberg  
Complesso residenziale, Vienna

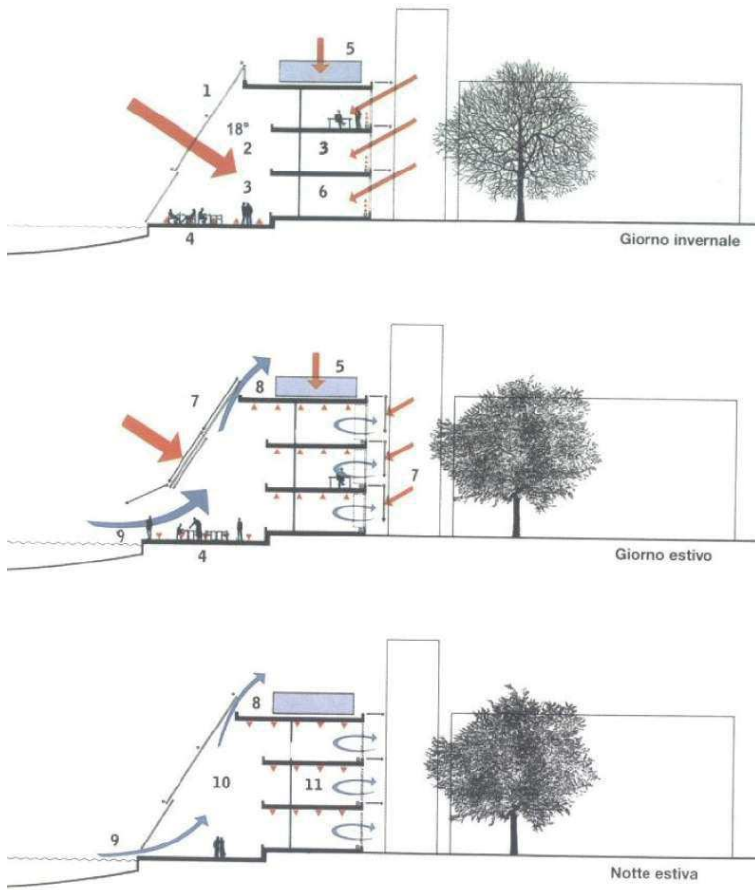


Kiessler & Partner  
Parco scientifico, Gelsenkirchen, Germania





Kiessler & Partner  
Parco scientifico, Gelsenkirchen, Germania



Kiessler & Partner  
Parco scientifico, Gelsenkirchen, Germania



Henning Larsen Architects  
Università di Trondheim, Trondheim Norvegia



Henning Larsen Architects  
Università di Trondheim, Trondheim Norvegia



## RISORSA ARIA



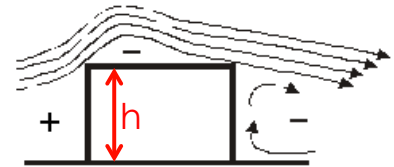
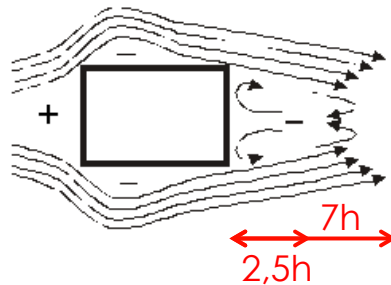
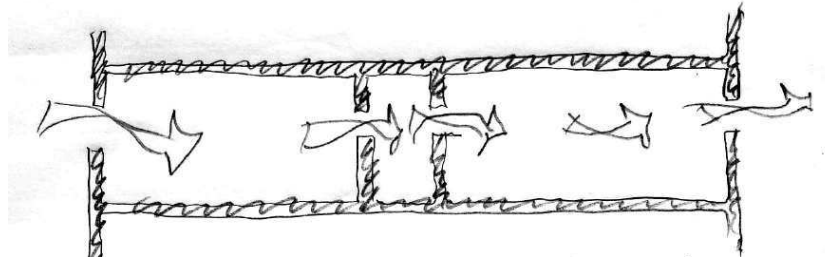
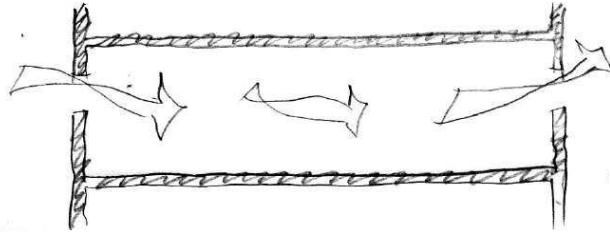
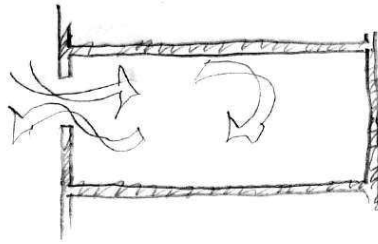
## VENTILAZIONE NATURALE

La ventilazione naturale può essere realizzata mediante:

- captazione di aria raffrescata da elementi naturali e/o facciate esposte alle brezze estive e/o da zona dell'edificio con aria raffrescata (patii, porticati, zona a nord, spazi cantinati, etc)
- ventilazione incrociata dell'unità immobiliare
- camini di ventilazione o altre soluzioni progettuali e/o tecnologiche

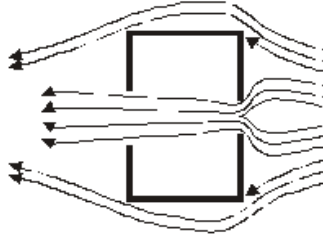
## CAPTAZIONE DIRETTA E VENTILAZIONE INCROCIATA

- Il sistema più semplice consiste nel collocare le finestre in facciate contrapposte, in modo da favorire il ricambio d'aria (ventilazione incrociata).

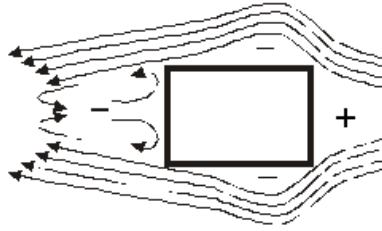
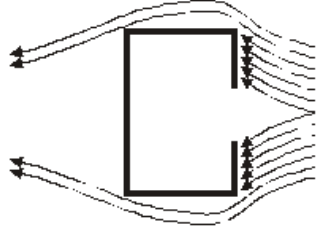


Aumento del flusso d'aria intorno a un edificio.

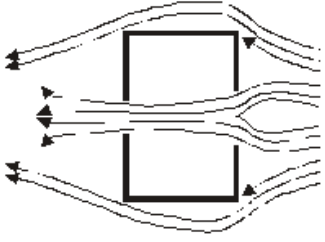
Le massime velocità si hanno quando l'entrata è abbinata con una grande uscita.



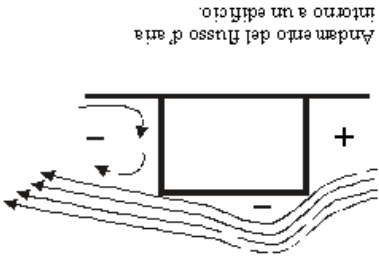
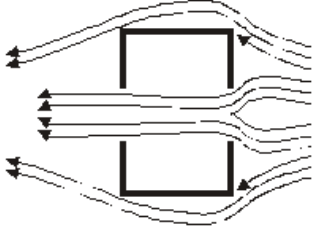
Per ricevere i movimenti d'aria una casa deve avere aperture d'entrata e



Una combinazione di una apertura di entrata grande, con una piccola uscita, fa sì che si perda l'effetto rinfrescante.

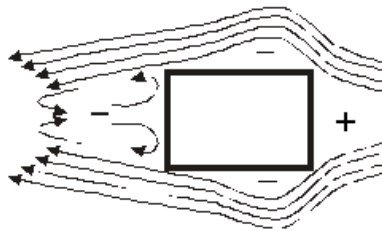
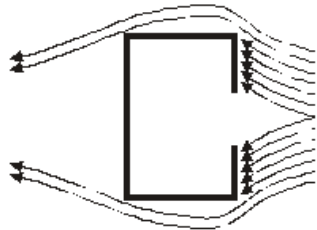


Il massimo flusso si ha quando grandi aperture uguali sono poste di fronte.

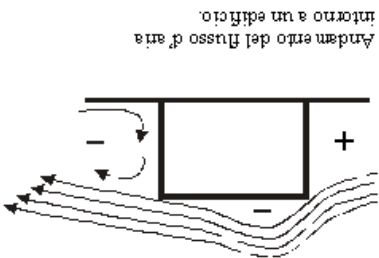
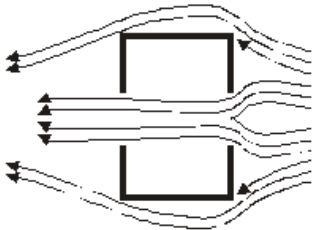


Andamento del flusso d'aria intorno a un edificio.

Per ricevere i movimenti d'aria una casa deve avere aperture d'entrata e

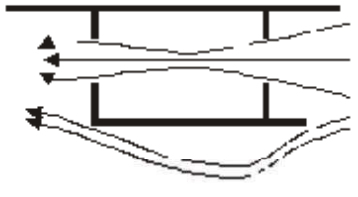


Il massimo flusso si ha quando grandi aperture uguali sono poste di fronte.



Andamento del flusso d'aria intorno a un edificio.

Effetto di un getto orizzontale sul flusso d'aria.



Finestra a balico in posizione verso il basso, l'andamento del flusso d'aria è soddisfacente.



Finestra a balico in posizione verso l'alto, l'andamento del flusso d'aria è insoddisfacente.



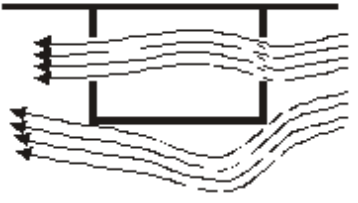
Un getto sopra la finestra determina un effetto sfavorevole sul flusso.



Una veneziana con una fessura da com e risultata un'equalizzazione delle pressioni esterne e interne e stabilisce il flusso.



Una veneziana in posizione verso il basso ha come effetto un flusso d'aria diffuso e ben diretto.



Divisori paralleli al flusso iniziale, dividono la corrente d'aria. La velocità del flusso rimane alta comunque.



Un divisorio normale al flusso iniziale, ne modifica l'andamento, sufficientemente raffinato.



Un divisorio che intercetta l'andamento iniziale del flusso lo modifica sensibilmente.



Il flusso è intercettato da divisori, che ne rallentano in maniera notevole la velocità. L'effetto raffrescante è veramente scarso.



Andamento del flusso d'aria in una casa senza divisori.



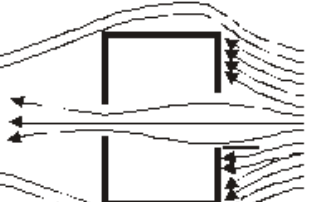
Ogni ostacolo posto fuori dall'andamento del flusso, non interferisce con esso.

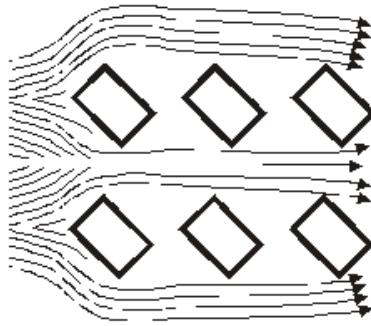


Nel caso le aperture siano spostate, all'interno si ha un flusso asimmetrico.

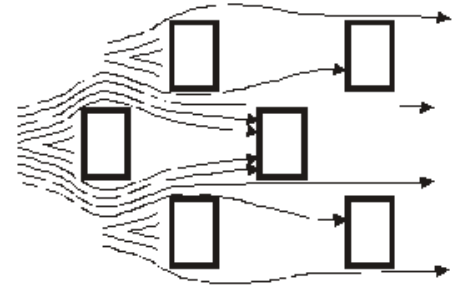


Effetto di una finestra a batenti.





Effetto di protezione dal vento nell'inse diamento residenziale.



Sfruttamento delle brezze estive.

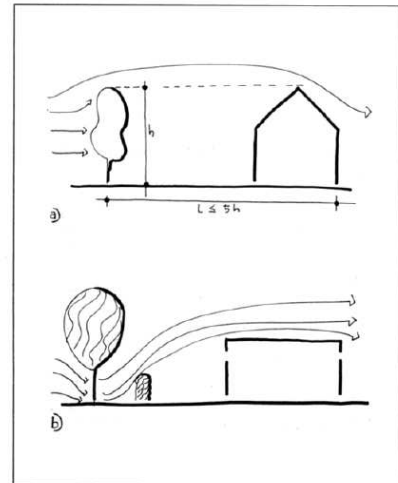
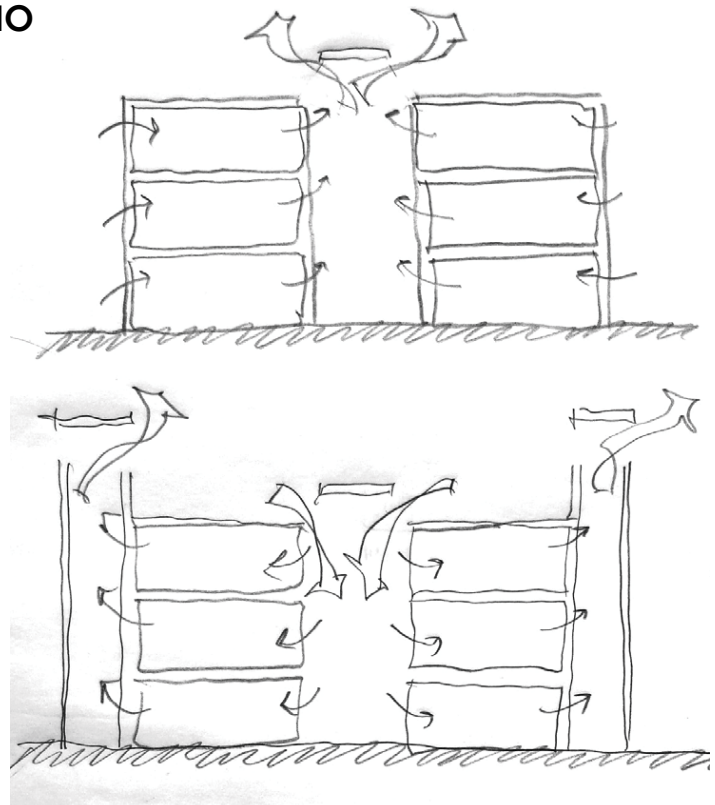


Figura 2.42. a) Effetto schermante da essenza vegetale con chioma compatta; b) effetto frangivento da essenza vegetale con l'utilizzo di siepi protettive.

## VENTILAZIONE PER EFFETTO CAMINO

- L'effetto camino è un fenomeno di ventilazione naturale all'interno di un edificio, causato da differenze di pressione dovute a differenti densità dell'aria causa delle diverse temperature dei fluidi, per cui l'aria calda meno densa tende a risalire ingenerando una depressione a valle e richiamando aria fredda più densa (moti convettivi).



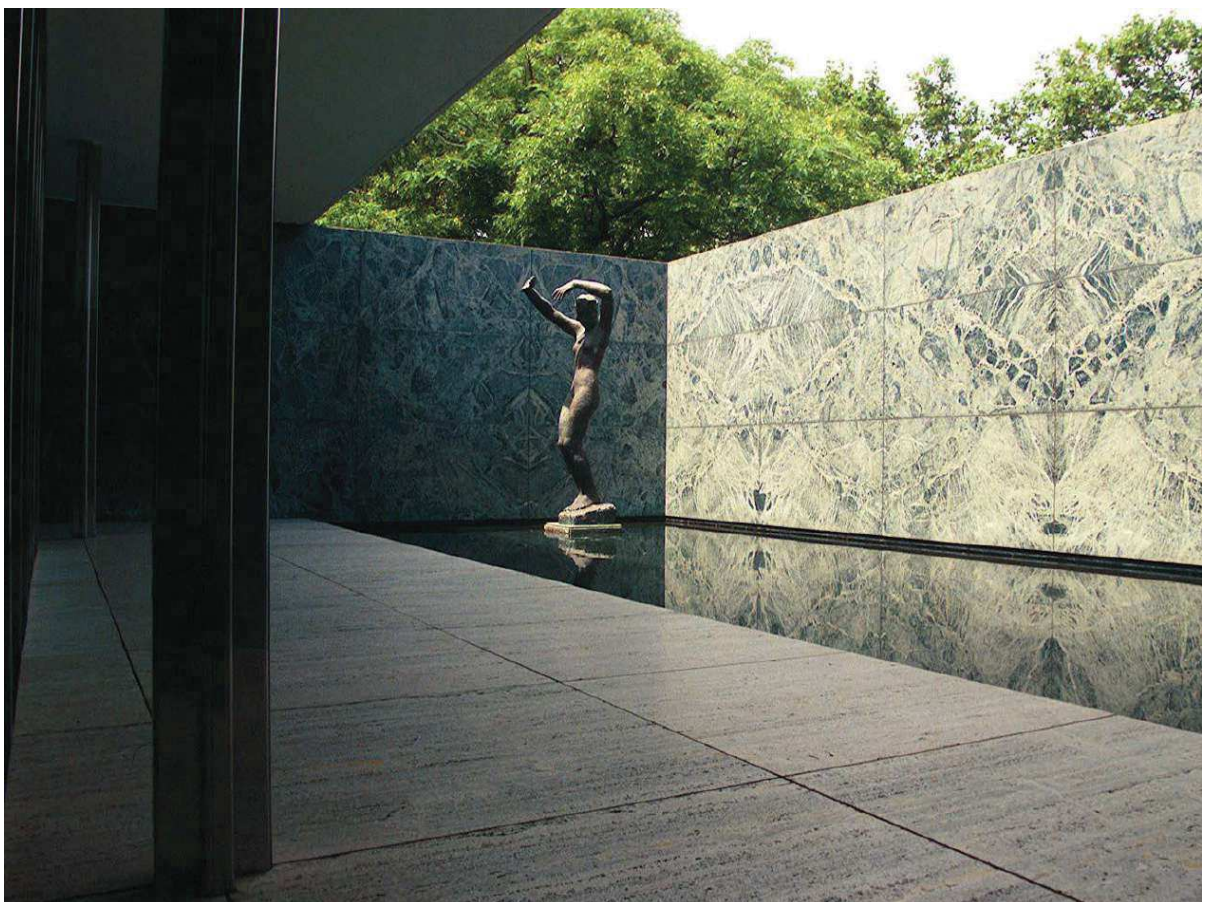
Mies Van Der Rohe

Padiglione della Germania all'Esposizione Universale di Barcellona Spagna



Mies Van Der Rohe

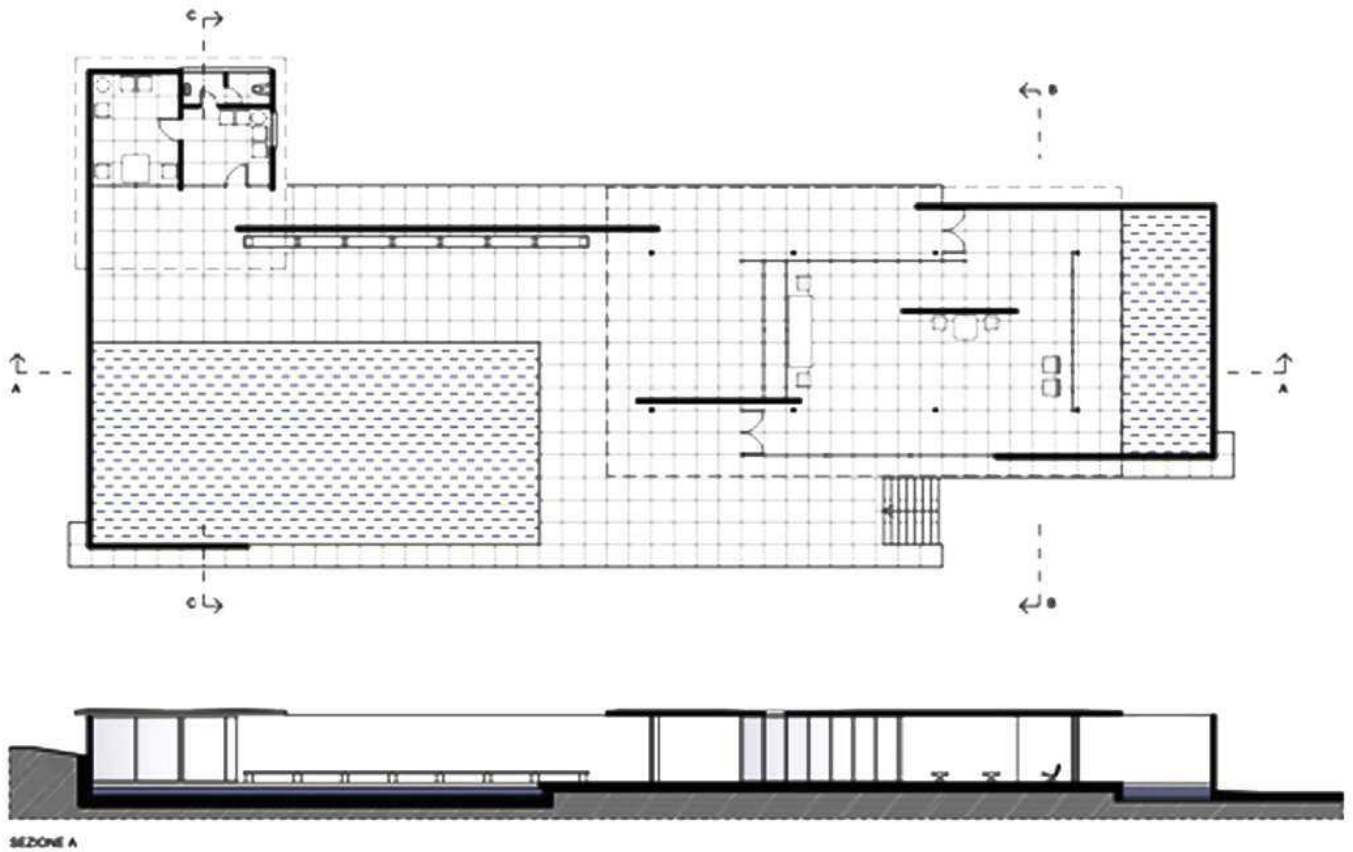
Padiglione della Germania all'Esposizione Universale di Barcellona Spagna





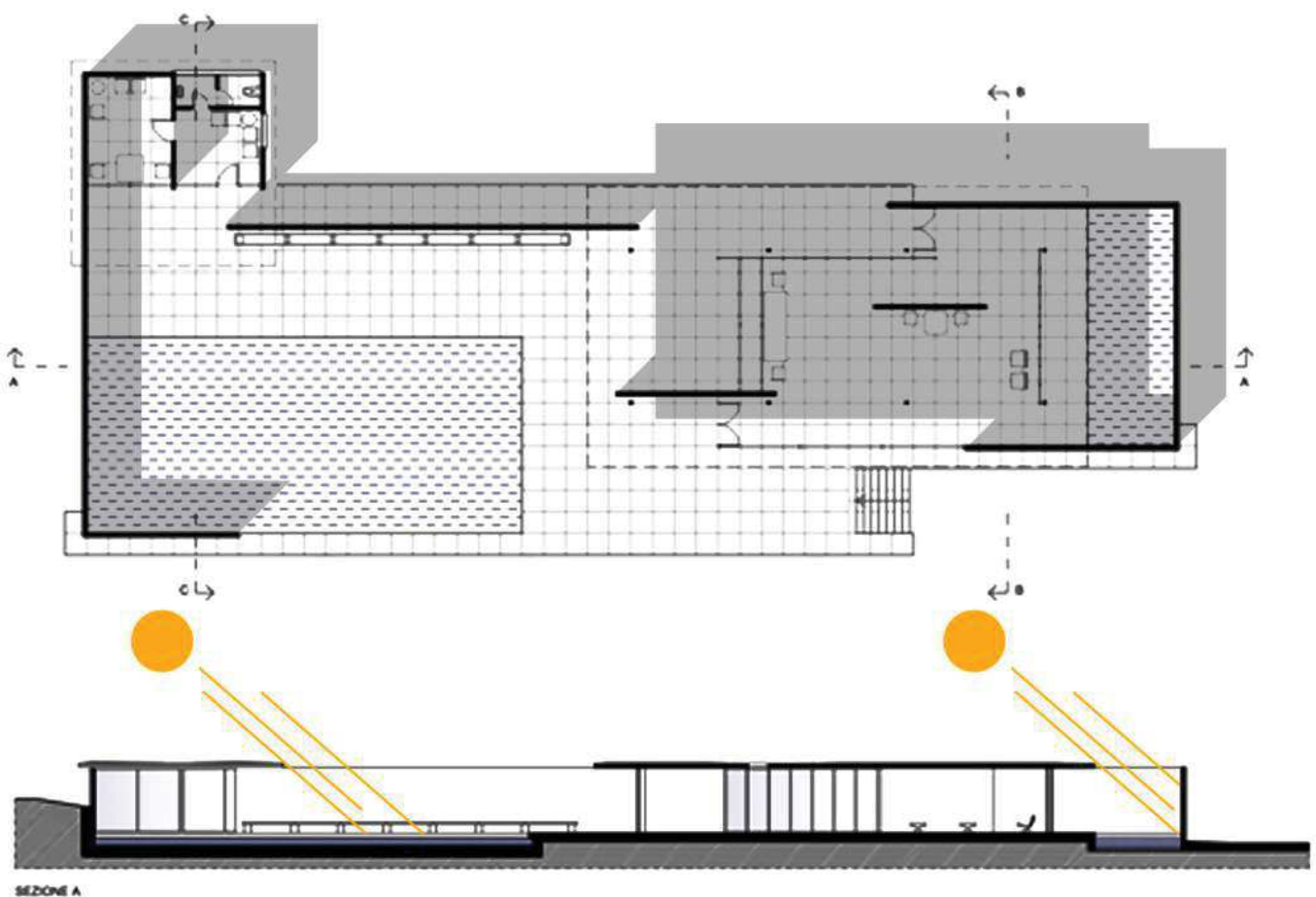
Mies Van Der Rohe

Padiglione della Germania all'Esposizione Universale di Barcellona Spagna



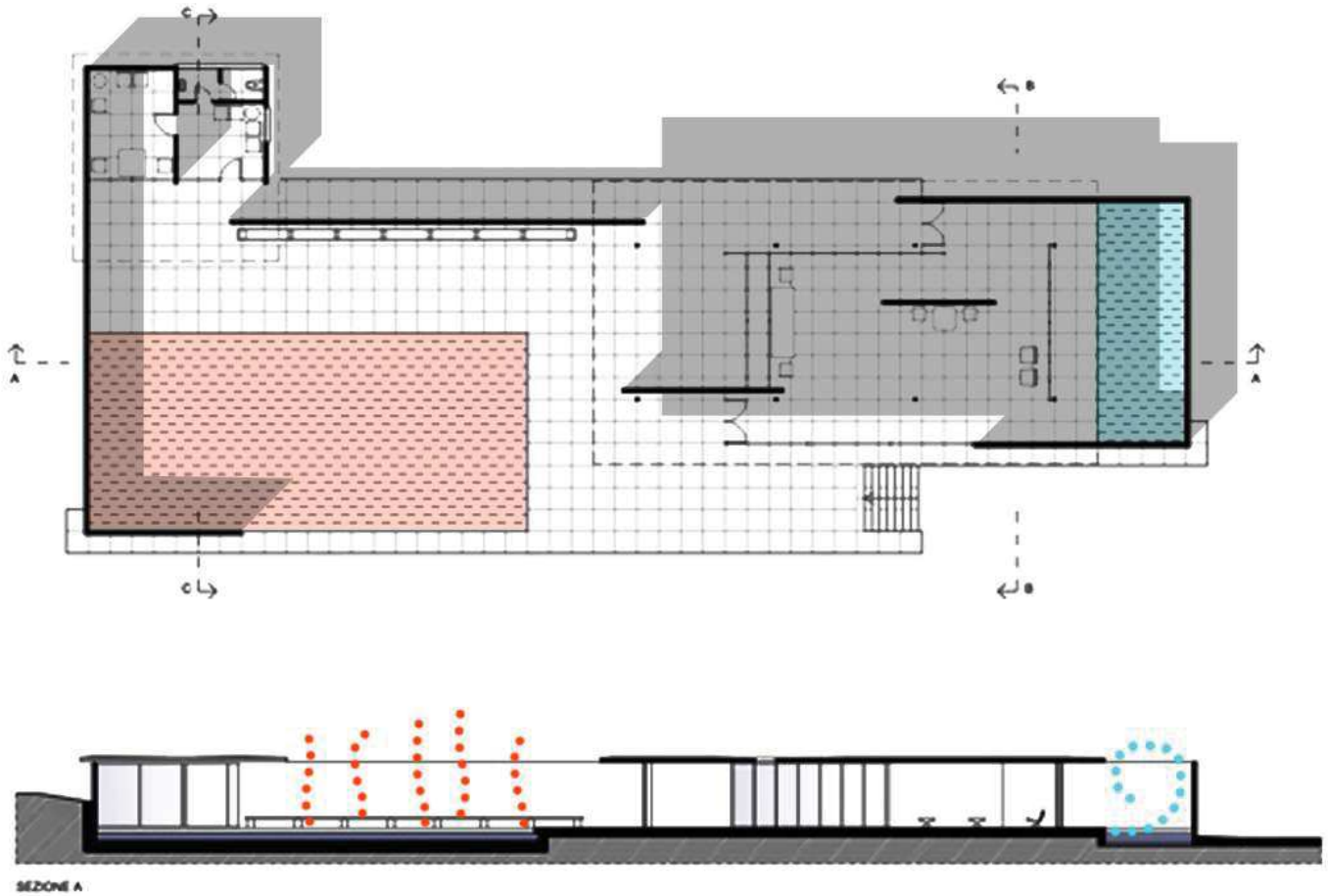
Mies Van Der Rohe

Padiglione della Germania all'Esposizione Universale di Barcellona Spagna



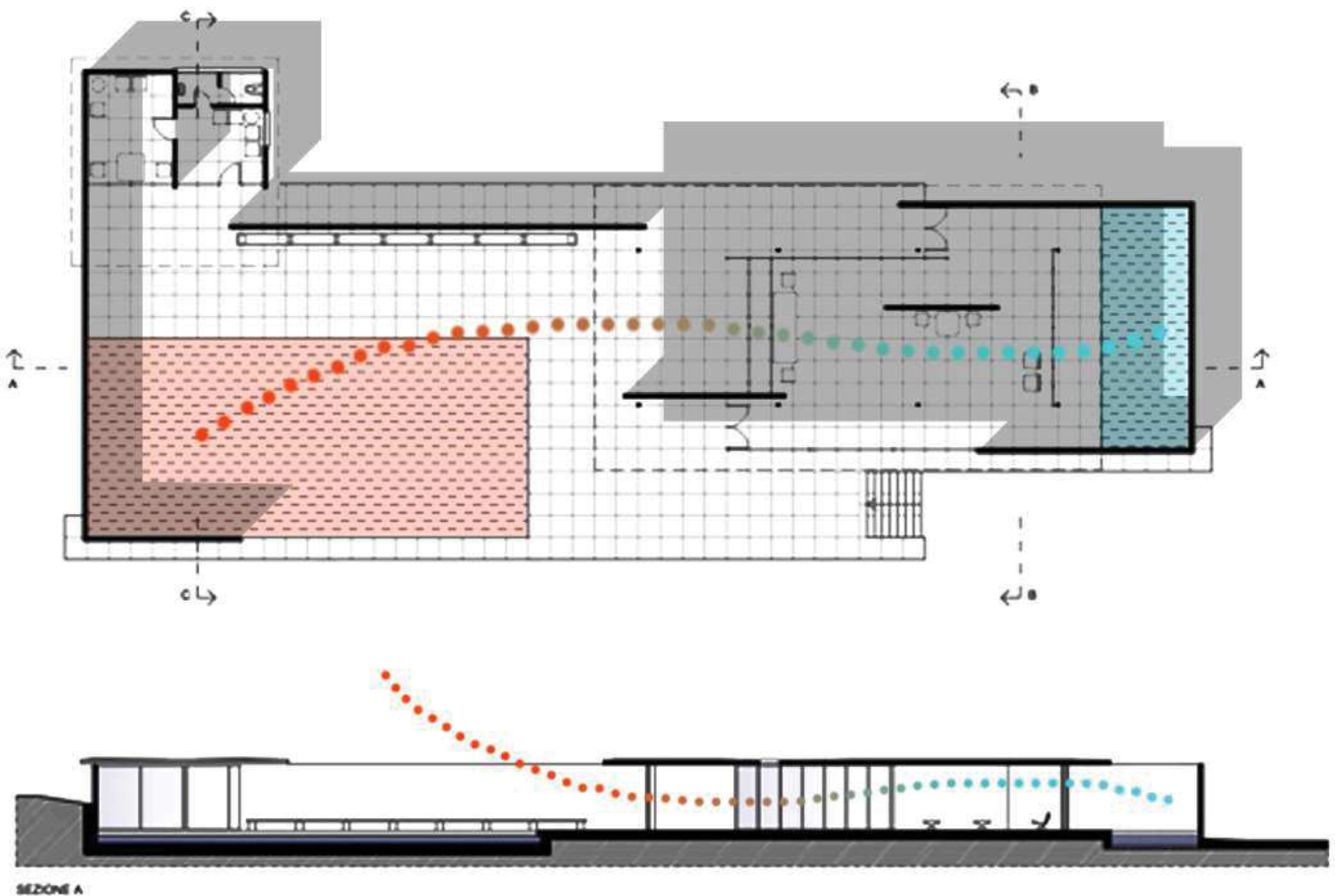
Mies Van Der Rohe

Padiglione della Germania all'Esposizione Universale di Barcellona Spagna



Mies Van Der Rohe

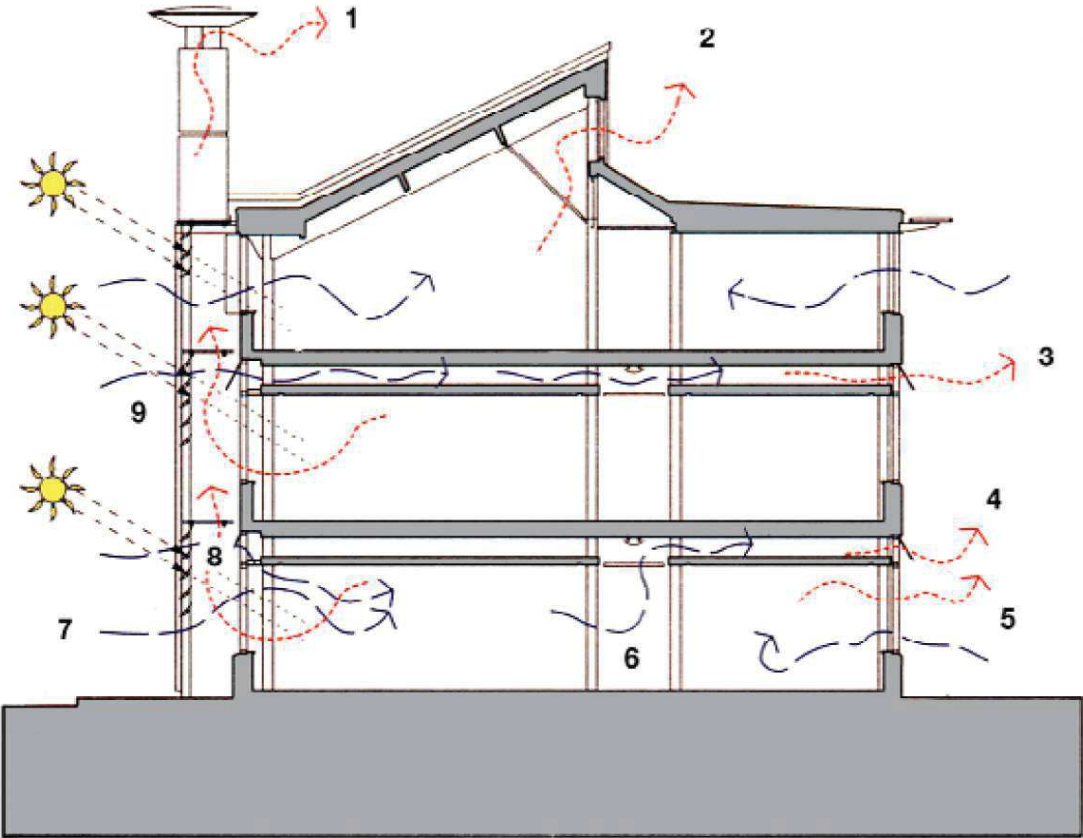
Padiglione della Germania all'Esposizione Universale di Barcellona Spagna



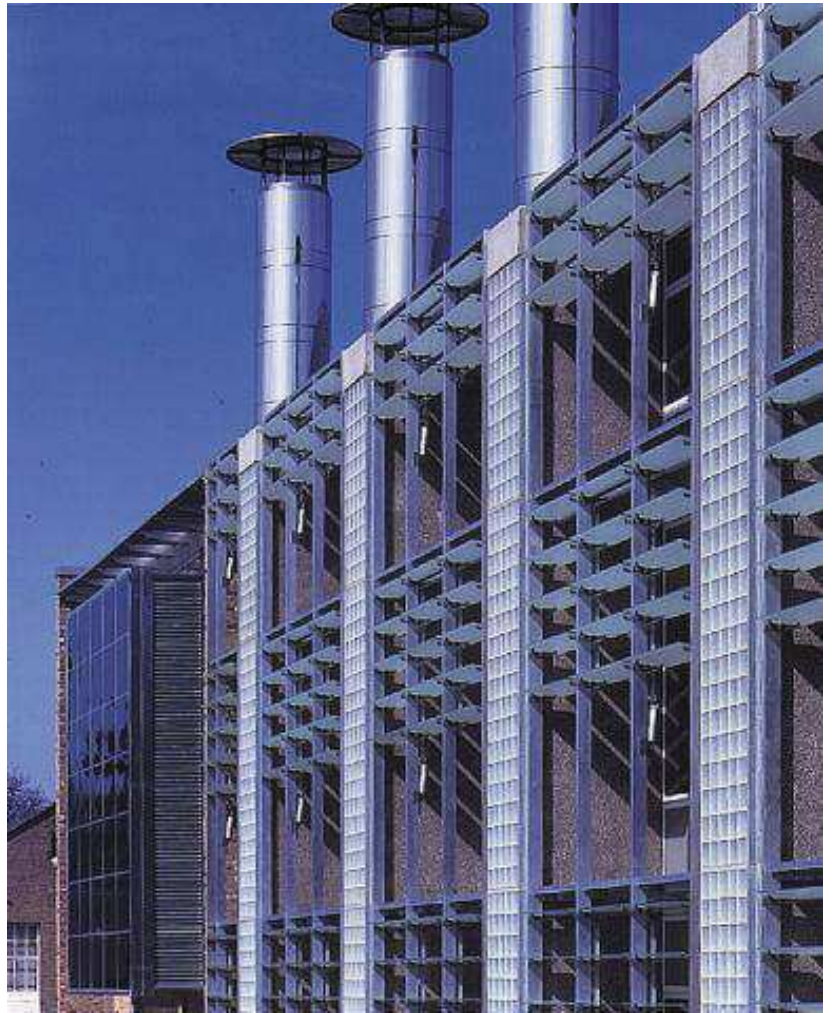
Feilden Clegg Bradley Studios  
BRE Office, Watford, Inghilterra



Feilden Clegg Bradley Studios  
BRE Office, Watford, Inghilterra



Feilden Clegg Bradley Studios  
BRE Office, Watford, Inghilterra



## Bibliografia

Abrami G., "Progettazione Ambientale", Libreria Clup, Milano, 1990

Achille I., "L'archinatura. Le diverse modalità di dialogo dell'architettura con la natura", Franco Angeli, Milano, 2010

Banham P.R., "Ambiente e tecnica nell'architettura moderna", Laterza, Bari, 1978

Battisti A., Tucci F., Ambiente e cultura dell'abitare. Innovazione tecnologica e sostenibilità del costruito nella sperimentazione del progetto ambientale, Editrice Librerie Dedalo, Roma, 2000

Benedetti C., "Manuale di architettura bioclimatica", Maggioli Editore, Rimini, 1994

Boeri A., Criteri di progettazione ambientale. Tecnologie per edifici a basso consumo energetico, Editoriale Delfino, 2007

Bottero M., "Progettare e costruire nella complessità", Liguori, Napoli, 1993.

Casini M., "Costruire l'ambiente. Gli strumenti e i metodi della progettazione ambientale", Edizioni Ambiente, 2009

Conato F., Frighi V., Metodi della Progettazione Ambientale. Approccio integrato multiscala per la verifica prestazionale del progetto di architettura, FrancoAngeli, Milano, 2016

Cinti S., Conato F., Architettura e Involucro, Be-Ma Editrice, Milano, 2014

Edward M., "Sistemi solari passivi: soluzioni per una migliore qualità ambientale degli edifici", Franco Muzzio Editore, Padova, 1990

## **Bibliografia**

- Faroldi E., "Progetto costruzione ambiente. Dieci lezioni di architettura", Libreria Clup, Milano, 2003
- Gangemi V., "Tecnologia e ambiente. Metodologia di ricerca progettuale" , Istituto di Tecnologia dell'Architettura, Napoli, 1973.
- Gangemi V., "Per una Tecnologia alternativa. Processi e metamorfosi dell'ambiente", ed. Del Delfino, Napoli, 1976.
- Gangemi V., "Emergenza ambiente. Teorie e sperimentazioni della progettazione ambientale", Clean, 2001
- Grosso M., "Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato", Maggioli Editore, Rimini, 2008
- Lauria A., "Sui limiti dell'innovazione tecnologica", Costruire in Laterizio n. 31 genn./febb. 1993, p. 58-63
- Lloyd J. D., "Atlante di Bioarchitettura Itet Scienze Tecniche, 2002
- Mussinelli E., Schiaffonati F., "Il tema dell'acqua nella progettazione ambientale, Politecnica Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2008
- Olgay V., "Progettare con il clima", Franco Muzzio Editore, Padova, 1990
- Tucci F., "Tecnologia e natura", Alinea Editrice, 2000