

# CLIMA

Complesso delle condizioni meteorologiche (temperatura, pressione atmosferica, umidità, precipitazioni, direzione e intensità del vento, irraggiamento) che caratterizzano una regione o una località relativamente a lunghi periodi di tempo, e influenzate, da fattori ambientali e astronomici (latitudine, altitudine, movimenti della Terra ecc.).

# CLIMA

## FATTORI MACROCLIMATICI

Latitudine (distanza dall'equatore) - Radiazione solare

Venti dominanti

## FATTORI MICROCLIMATICI (scala locale)

Altitudine

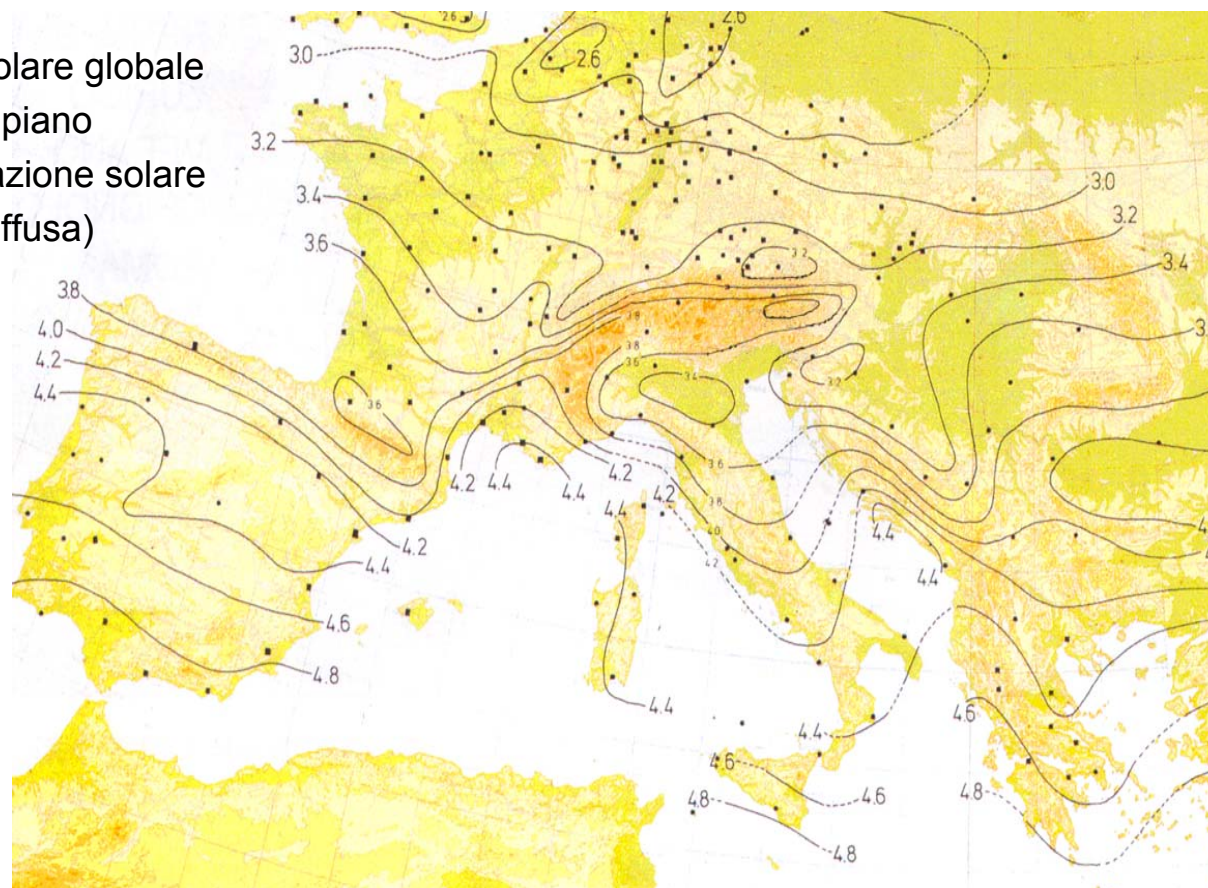
Rugosità del territorio - Livello di edificazione

Presenza di verde

Presenza di acqua

## Distribuzione della radiazione solare globale giornaliera media sul piano orizzontale (kWh/mq giorno)

dati relativi alla radiazione solare globale giornaliera media annua sul piano orizzontale (somma tra radiazione solare diretta e radiazione solare diffusa)



Fonte: Atlante europeo della radiazione solare

# CLIMA

## DATI DI RIFERIMENTO (per capoluoghi di provincia e località principali)

### Fonte ENEA:

- Irraggiamento solare globale al suolo
- Ore di soleggiamento diretto
- Indice di copertura del cielo
- Ventosità
- Piovosità

### NORME UNI:

- Temperature media mensili
- Temp max estiva
- Ventosità
- Irraggiamento solare giornaliero medio mensile diretto e diffuso, sul piano orizzontale e su superfici verticali diversamente orientate

## Zone climatiche del territorio italiano

Rispetto al centro Europa, l'Italia presenta temperature medie più alte, per periodi di tempo più prolungati, e intensità solare notevolmente più abbondante e continua. La situazione è variabile a seconda della zona climatica e della stagione in corso e quindi diverse dovrebbero essere le strategie da adottare e le prestazioni da soddisfare. Soprattutto in determinate zone, le condizioni climatiche obbligano ad un attento studio della protezione dal sole in alcuni periodi dell'anno.

Zona climatica	Temperatura media annua °C	Temperatura media del mese più freddo °C	n° mesi con temperatura media di 20°C	Temperatura media del mese più caldo °C	Escursione annua °C
1	≥17,0	>10,0	5		13,0÷17,0
2	14,5÷16,9	6,0÷9,9	4		15,0÷17,0
3	10,0÷14,4	4,0÷5,9	3		16,0÷19,0
4	10,0÷14,4	-1,0÷3,9	1÷3		>19,0
5	6,0÷9,9	0÷-3		15,0÷19,9	18,0÷20,0
6	3,0÷5,9	<-3		10,0÷14,9	16,0÷19,0
7	≤2,9	<-6		≤9,9	15,0÷18,0
8	<0	<-12		<0	13,0÷15,0



## STRATEGIE IN FUNZIONE DEL CLIMA E DELLE ESIGENZE DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO:

- *L'**architettura bioclimatica** si basa su un modello di costruzione che soddisfa i requisiti di comfort mediante il **controllo passivo del microclima** con strategie che, minimizzando l'uso di impianti meccanici massimizzano l'efficienza degli scambi tra edificio e ambiente.*
- *La regolazione delle condizioni microclimatiche interne si ottiene controllando attentamente le caratteristiche geometriche, localizzative e tecnologiche della costruzione edilizia.*

# CORRETTO APPROCCIO

*ANALISI DELLE ESIGENZE DI COMFORT*



ANALISI DELLE CONDIZIONI CLIMATICHE E DEL CONTESTO



DEFINIZIONE STRATEGIE PROGETTUALI

- Distributive
- Invernali
- Estive



SCALA DI INTERVENTO (tipo di azione progettuale)	FASI DEL PROCESSO PROGETTUALE			
	IDEAZIONE	META-PROGETTO	PROGETTAZIONE	
			PRELIMINARE	DEFINITIVA
COMPLESSO INSEDIATIVO (localizzazione, forma generale, orientamento degli edifici)	utilizzo/controllo della radiazione solare			
	utilizzo/controllo della dinamica dei venti			
SPAZI ESTERNI (localizzazione attività, scelta materiali, disposizione schermi e barriere)	utilizzo/controllo degli scambi radiativi tra utente e superfici di pavimentazione e rivestimento			
	utilizzo/controllo degli scambi convettivi tra utente e movimenti d'aria			
INVOLUCRO EDILIZIO (definizione stratigrafie e schermature, sistemi solari passivi)			utilizzo/controllo degli apporti termici solari	
			Controllo delle dispersioni termiche	
			utilizzo/controllo dell'inerzia termica	
STRUTTURA EDILIZIA (dislocazione della massa termica)			Utilizzo della massa termica per il raffrescamento	
SPAZI INTERNI (distribuzione e orientamento dei locali, localizzazione e orientamento delle aperture, interazione con gli impianti di ventilazione e climatizzazione)	Destinazione d'uso locali in funzione dell'orientamento			
	Distribuzione locali in funzione dell'efficacia della ventilazione naturale			
			Dimensionamento e distribuzione ottimale delle aperture per la ventilazione naturale	
			Scelta e configurazione dell'eventuale impianto di ventilazione in funzione del risparmio energetico e del benessere	
			Scelta e configurazione dell'eventuale impianto di climatizzazione in funzione del risparmio energetico e del benessere	
			Scelta e configurazione dei terminali dell'impianto di riscaldamento in funzione del risparmio energetico e del benessere	

# STRATEGIE IN FUNZIONE DEL CLIMA E DELLE ESIGENZE DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO:

Periodo caldo:

- Minimizzare i guadagni termici
- Evitare il sovrariscaldamento
- ottimizzare la circolazione di aria fresca

Periodo freddo:

- Massimizzare i guadagni di calore gratuiti
- Creare una buona distribuzione e accumulo di calore nell'edificio
- Ridurre le perdite termiche permettendo una sufficiente ventilazione

## CONSIDERARE:

### FORMA E ORIENTAMENTO EDIFICIO

- Efficienza della forma rispetto all'irraggiamento solare
- Efficienza di forma al vento

### POSIZIONAMENTO EDIFICIO

- Ombreggiamento (spazi esterni)
- Scia di vento (spazi esterni)

### SCELTA MATERIALI – SPAZI ESTERNI

- Temp media radiante delle superfici di contesto
- Temperatura fisiologica effettiva di una zona

# PARAMETRI PROGETTUALI

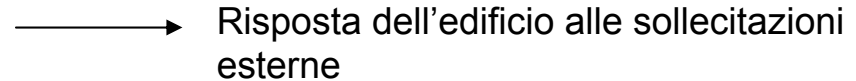
## 1- FORMA DELLA PIANTA

determinante per:



## 2- ESPOSIZIONE DELL'EDIFICIO

## 3- CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DELL'INVOLUCRO



Alcune scelte basilari in fase progettuale, possono identificarsi con:

- La tipologia
- La morfologia
- L'orientamento
- L'involucro
- La disposizione delle finestre
- La copertura
- Il collegamento al terreno

In questo tipo di approccio, diventa fondamentale analizzare soprattutto i fenomeni relativi all'ambiente e alle sue specifiche trasformazioni fisiche e temporali. I fattori responsabili di tali modificazioni possono essere identificati e classificati, a seconda dei loro caratteri, in :

- **Fattori climatici** (determinano la situazione microclimatica locale): soleggiamento, ventilazione, latitudine, precipitazioni, umidità, temperature
- **Fattori idrografici**: presenza di corsi d'acqua, laghi, mare; pressione, correnti, purezza dell'aria, luce, rumore.
- **Fattori edafici**: tessitura del suolo, morfologia, vegetazione spontanea, coltivazioni, tipologia del terreno, altitudine.

# RAPPORTO TRA FORMA E CONDIZIONI CLIMATICHE

**La forma edilizia rappresenta un potente elemento di controllo delle prestazioni energetiche degli edifici.**

Forme edilizie specifiche si sono affermate nei diversi contesti climatici; nei climi freddi si ritrovano quindi forme compatte a prescindere dal tipo di materiali e di tecniche costruttive disponibili, mentre nei climi caldo umidi le forme edilizie sono più allungate e articolate per facilitare il movimento delle masse d'aria e aumentare le superfici di scambio.

# RAPPORTO TRA FORMA E CONDIZIONI CLIMATICHE

## PARAMETRI DI DESCRIZIONE DELLA FORMA

- Compattezza
- Forma della pianta
- Snellezza
- Forma della sezione
- Orientamento dei patii
- Porosità

# RAPPORTO TRA FORMA E CONDIZIONI CLIMATICHE

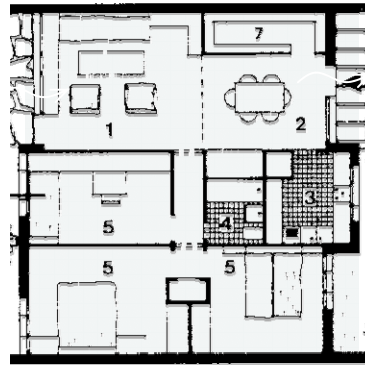
## Compattezza e forma della pianta

Ad ogni tipo di forma corrisponde un comportamento energetico specifico

Pianta lineare



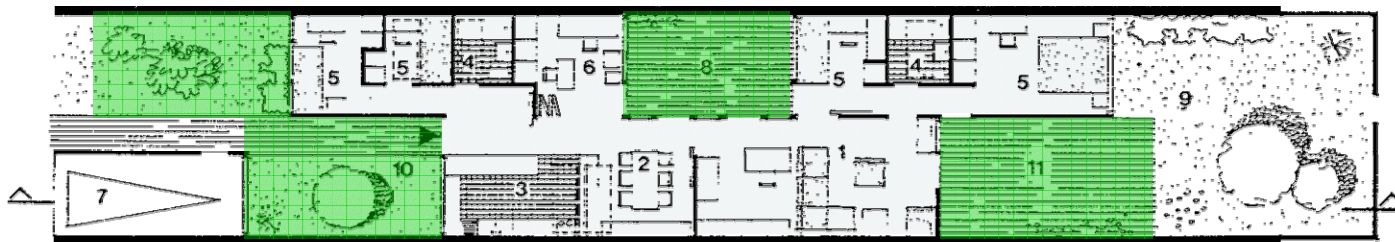
Pianta quadrata



Pianta radiale



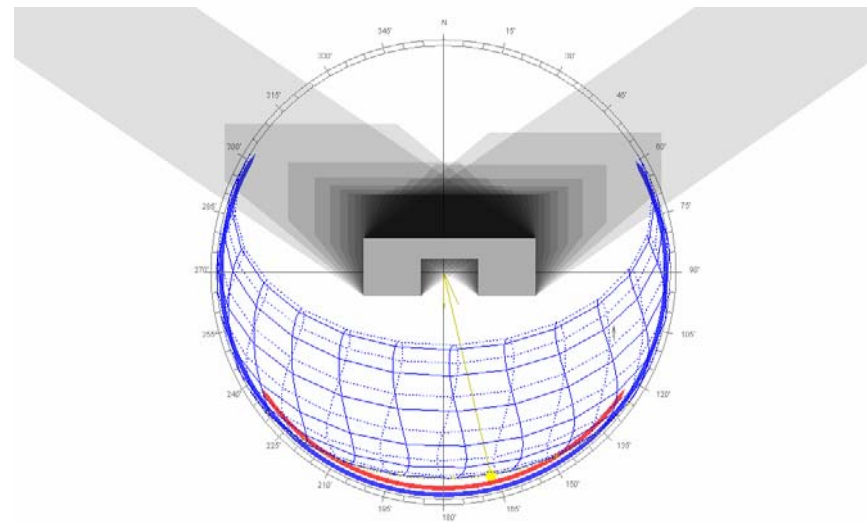
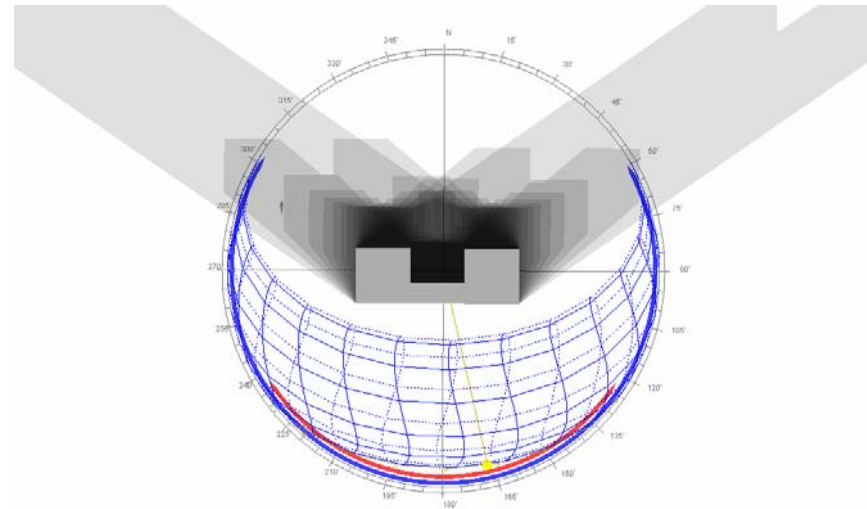
Pianta reticolare





## ORIENTAMENTO DEI PATII

- Planimetria di edificio a patio orientato verso nord, con evidenziati il percorso solare e le ombre portate, in data 21 dicembre a Roma; l'area del patio rimane in ombra per tutto il giorno
- Planimetria di edificio a patio orientato verso sud, con evidenziati il percorso solare e le ombre portate, in data 21 dicembre a Roma; l'area del patio risulta soleggiata per tutto il giorno.



# FATTORE DI FORMA

## Fattore di forma = $S/V$

- Ogni edificio, in base alla sua configurazione, si pone in modo diverso rispetto al contesto.
- La forma dell'edificio influisce in maniera significativa sulle perdite termiche.
- **Fattore di forma=  $S/V$**

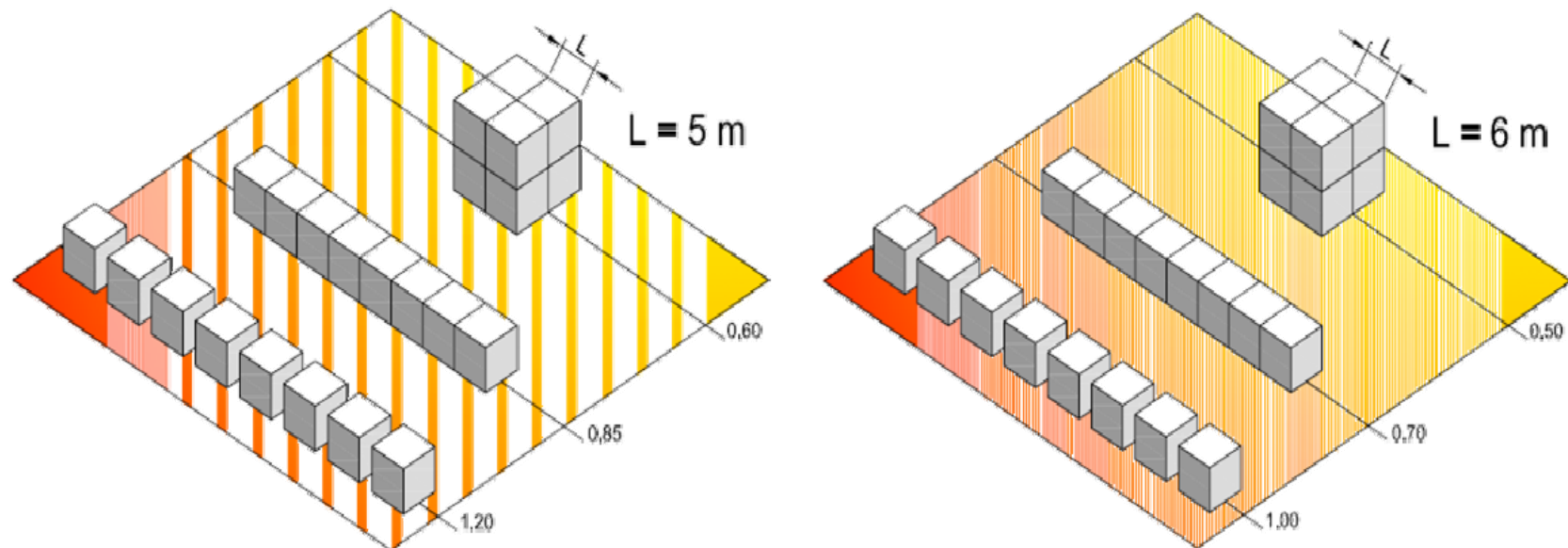
con  $S$ =superficie che racchiude il volume  $V$  riscaldato

quanto più elevata è la superficie ( $S$ ) che racchiude il volume ( $V$ ) riscaldato, tanto più elevato è lo scambio termico.

quanto minore è la superficie di involucro rispetto al volume compreso, tanto maggiore è la compattezza, ed è minore la superficie disperdente per unità di spazio utilizzabile.

# FATTORE DI FORMA

il cubo (dopo la sfera) presenta il minor rapporto S/V, risulta quindi essere la forma ottimale per conservare l'energia, ovvero per ridurre le dispersioni energetiche in relazione al coefficiente di forma.



**fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale per edifici residenziali della classe E1**

TABELLA 1.1		EP <sub>i</sub> limite								
		Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m <sup>2</sup> anno								
S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	>3000 GG
≤0.2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥0.9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 e 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella, si procede mediante interpolazione lineare.

**NB. I valori limite diverranno più restrittivi dal 1 gennaio 2010**

# IRRAGGIAMENTO SOLARE

- La radiazione solare è uno dei fattori principali che determinano le condizioni climatiche in qualsiasi luogo ed è pertanto fondamentale nella vita degli esseri umani.
- La radiazione solare attraversando gli strati atmosferici subisce effetti diversi, una parte viene riflessa verso lo spazio; una parte viene diffusa in tutte le direzioni; una parte viene assorbita; una parte, denominata radiazione solare diretta, raggiunge la superficie terrestre.
- Una qualunque superficie, comunque orientata, situata sulla superficie terrestre, riceve la radiazione solare diretta, quella diffusa e la quota di radiazione solare diretta e diffusa che viene riflessa dal terreno e dagli oggetti circostanti.
- La quantità di radiazione solare diretta che raggiunge la superficie terrestre dipende dalla latitudine, dall'altezza del suolo sul livello del mare, dalla stagione e dall'ora.

# IRRAGGIAMENTO SOLARE

## Altezza del sole alle ore 12

**Giorno di equinozio**       $\longrightarrow$        **$H = (90 - \text{lat})$**

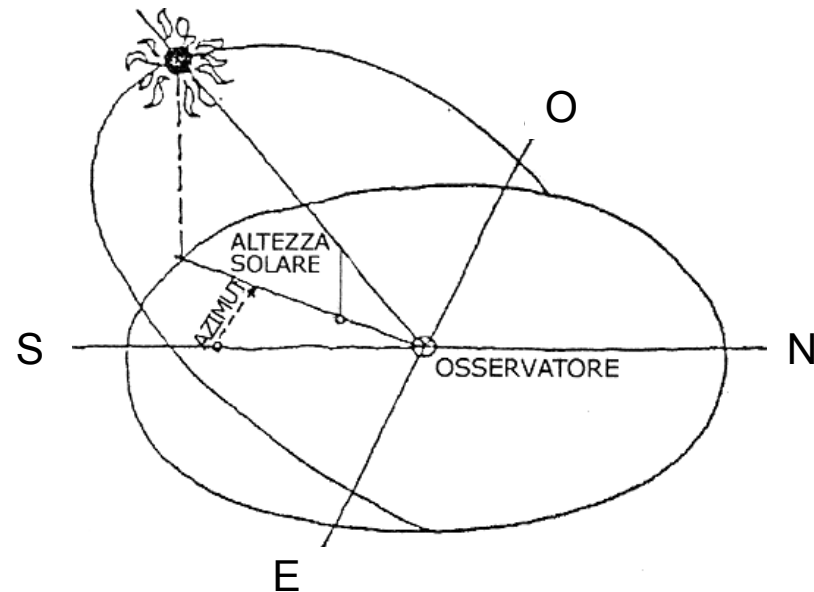
**Solstizio d'estate**       $\longrightarrow$        **$H = (90 - \text{lat}) + 23^\circ 30'$**

**Solstizio d'inverno**       $\longrightarrow$        **$H = (90 - \text{lat}) - 23^\circ 30'$**

# IRRAGGIAMENTO SOLARE

## Percorsi del sole

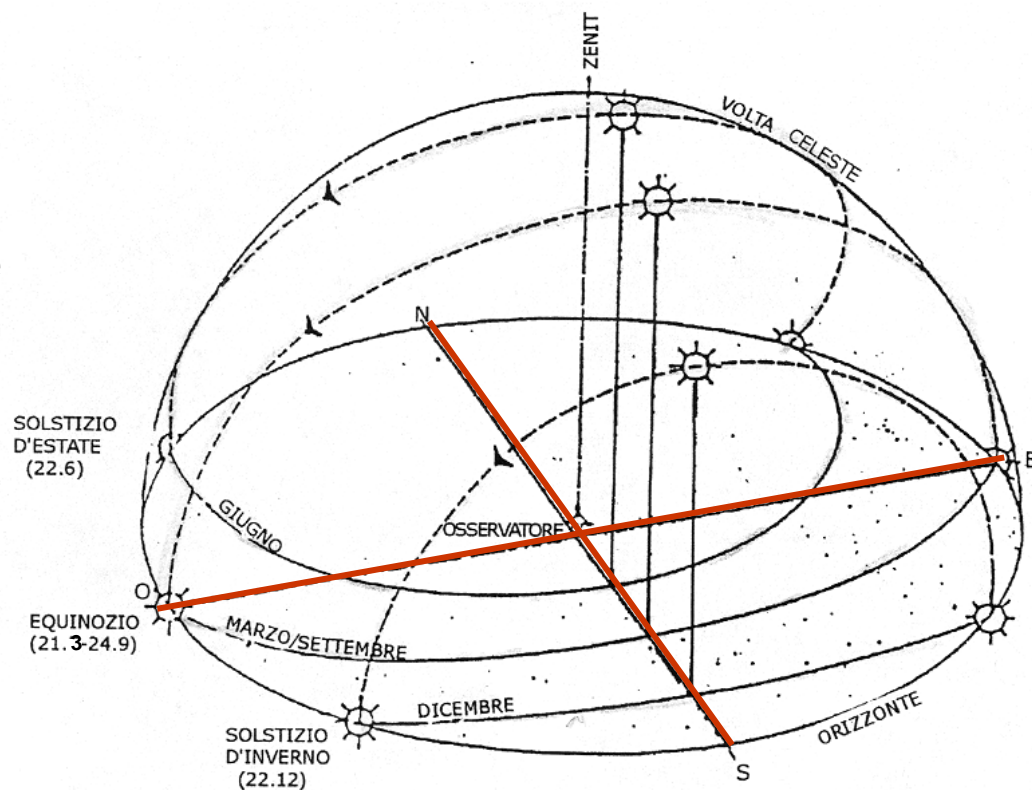
- Visto dalla terra, il sole descrive movimenti apparenti, percorrendo archi di cerchio che delimitano una superficie emisferica, avente per centro il punto di osservazione.
- Per poter definire le traiettorie solari occorre conoscere l'azimut e l'altezza del sole.



# IRRAGGIAMENTO SOLARE

## Percorsi del sole

- Il moto apparente del sole non descrive un'unica traiettoria, ma una famiglia di traiettorie, continuamente variabili sull'orizzonte a seconda delle stagioni e comprese tra due estremi definiti dai solstizi.





# IRRAGGIAMENTO SOLARE

## Percorsi del sole

Diagramma polare

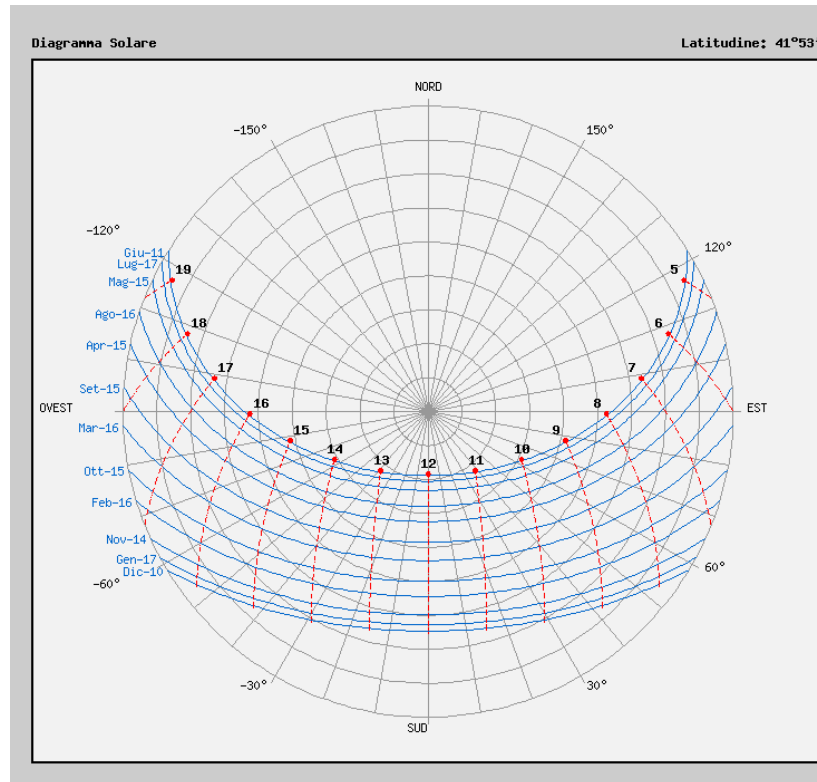
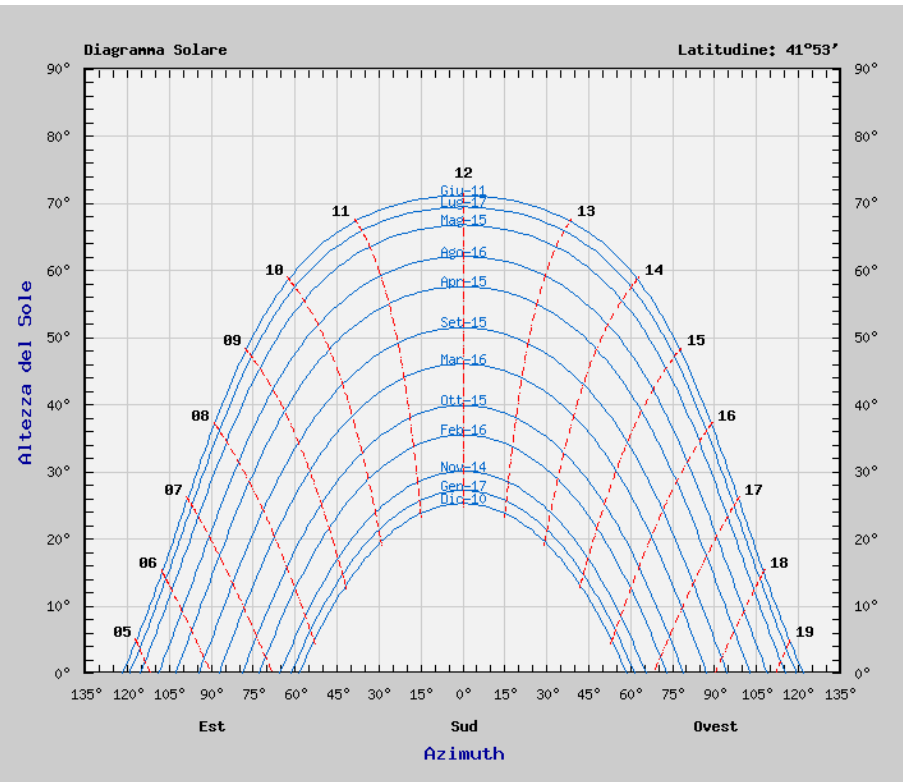


Diagramma cilindrico

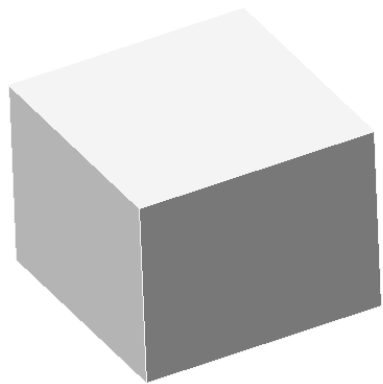


Da queste carte è possibile conoscere la posizione del sole, il momento del sorgere e tramontare del sole, la durata del soleggiamento, l'inclinazione dei raggi solari alle diverse ore per ogni giorno dell'anno.

# FATTORE DI FORMA E ORIENTAMENTO

## Percorsi del sole

- Sotto il profilo del risparmio energetico, l'orientamento dell'edificio rispetto al corso apparente del sole, è un parametro importante se correlato con le condizioni climatiche del luogo e con la configurazione della struttura edilizia.



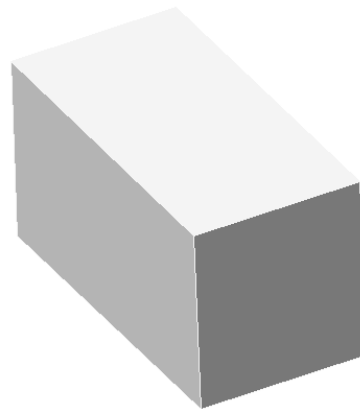
RAPP. 1:1

H= 6m

Sup.Irraggiata=247,1mq

Vol=363 mc

S/V= 0,68



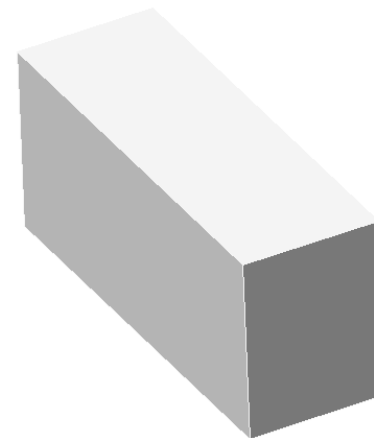
RAPP. 1:2

H= 6m

Sup.Irraggiata=258,5mq

Vol=363 mc

S/V= 0,712



RAPP. 1:3

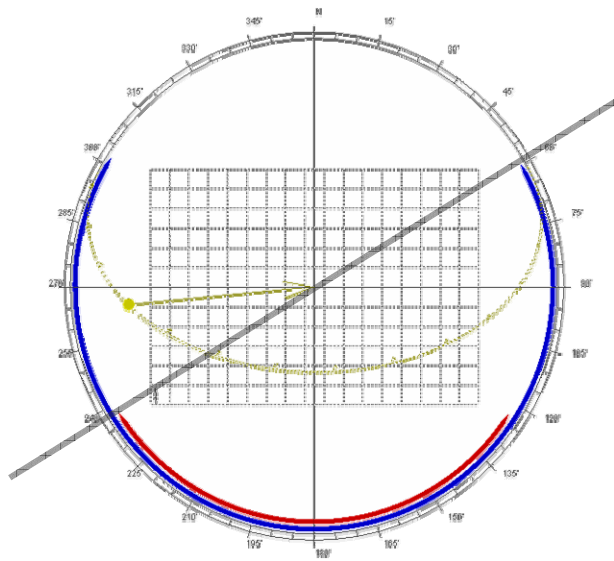
H= 6m

Sup.Irraggiata=276,3mq

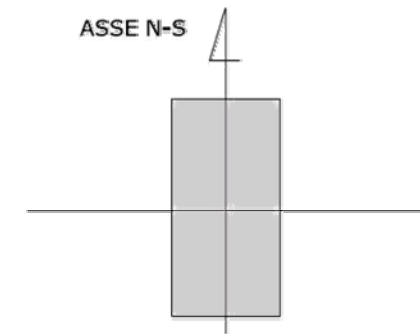
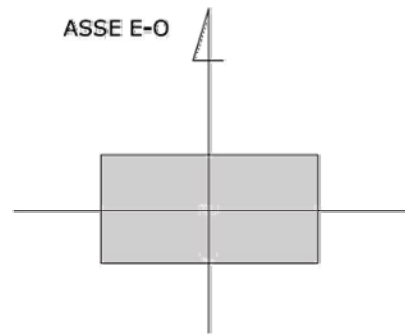
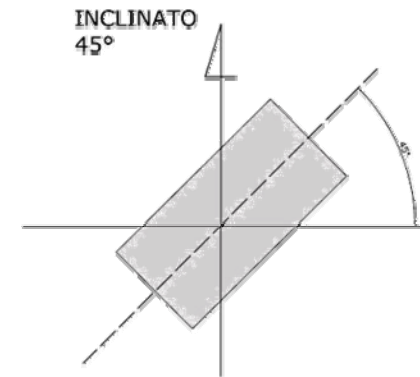
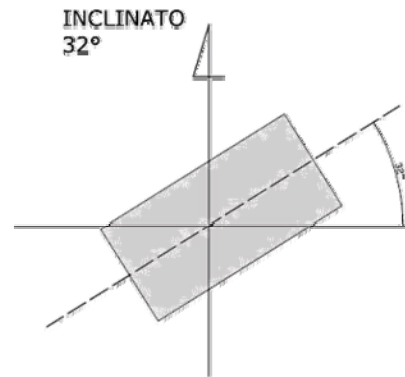
Vol=363 mc

S/V= 0,76

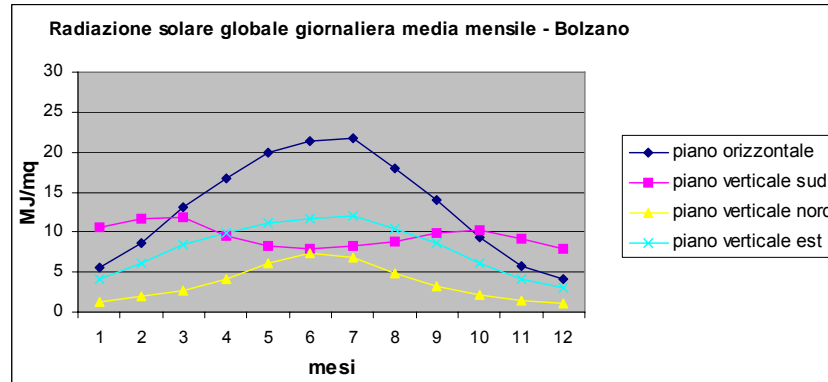
# ORIENTAMENTI ASSE LOGITUDINALE



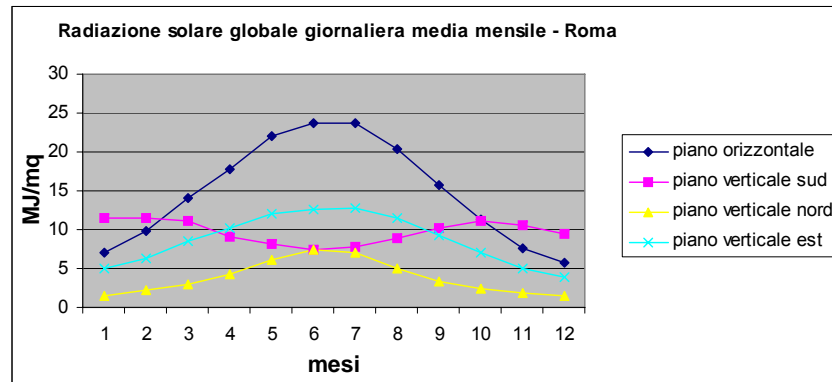
ASSE EQUISOLARE PER LA LATITUDINE DI ROMA



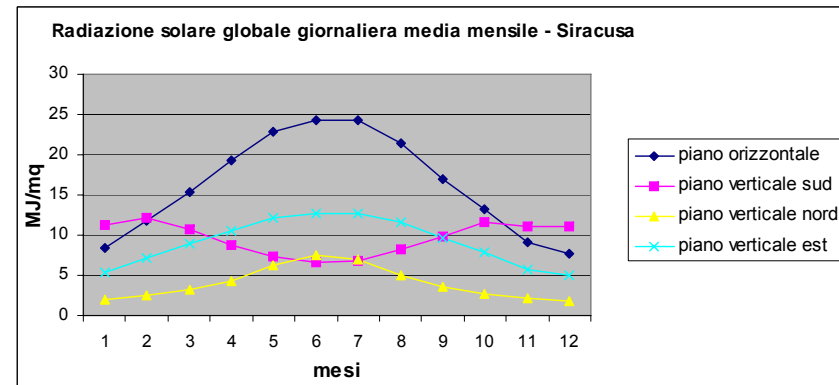
# Radiazione solare globale giornaliera media mensile per diverse località



46°29'00" latitudine nord



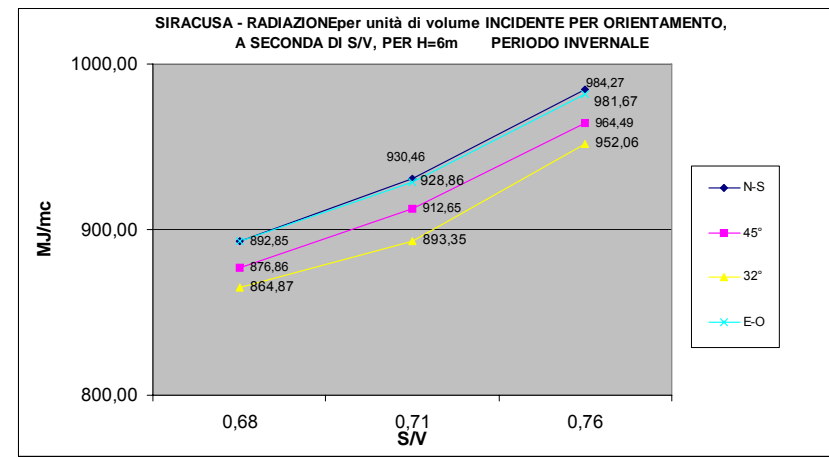
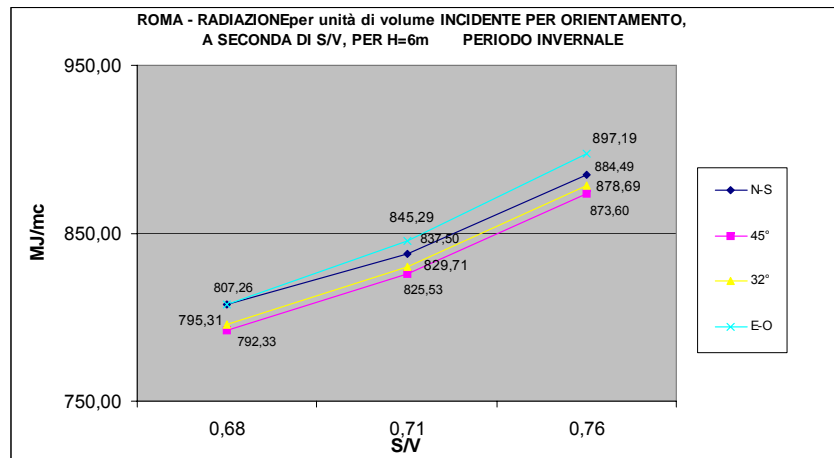
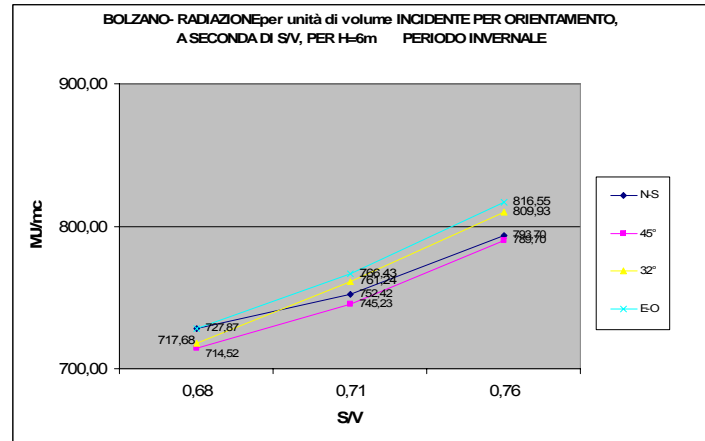
41°53'00" latitudine nord



37°04'00" latitudine nord

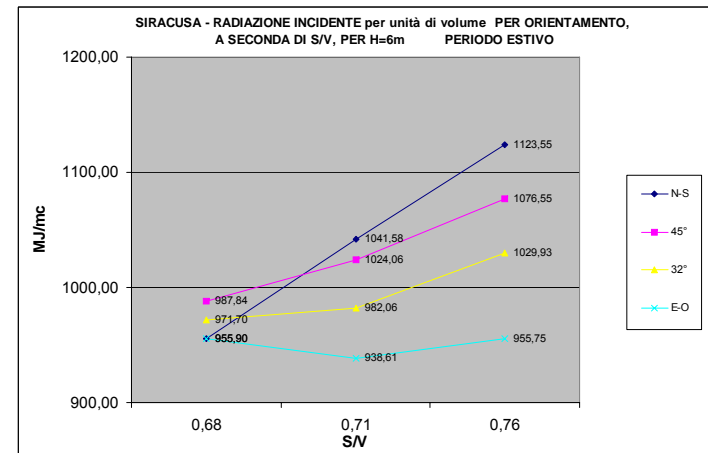
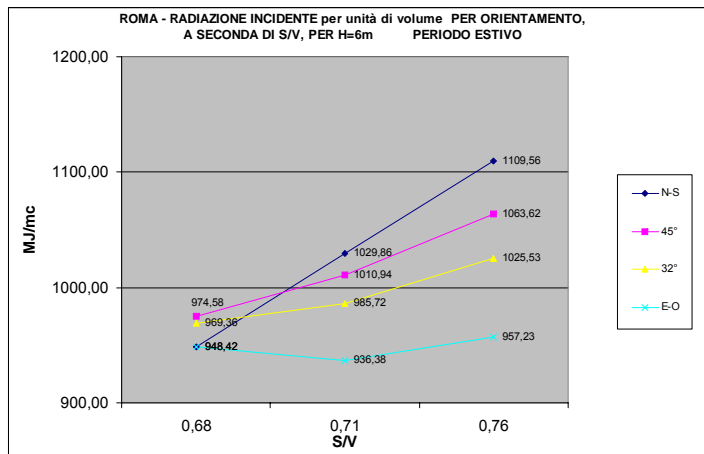
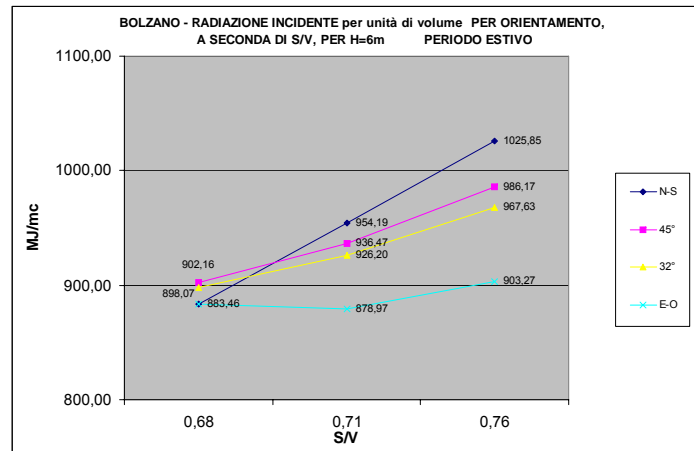
# IRRAGGIAMENTO PER UNITÀ DI VOLUME PER ESPOSIZIONE

## STAGIONE INVERNALE



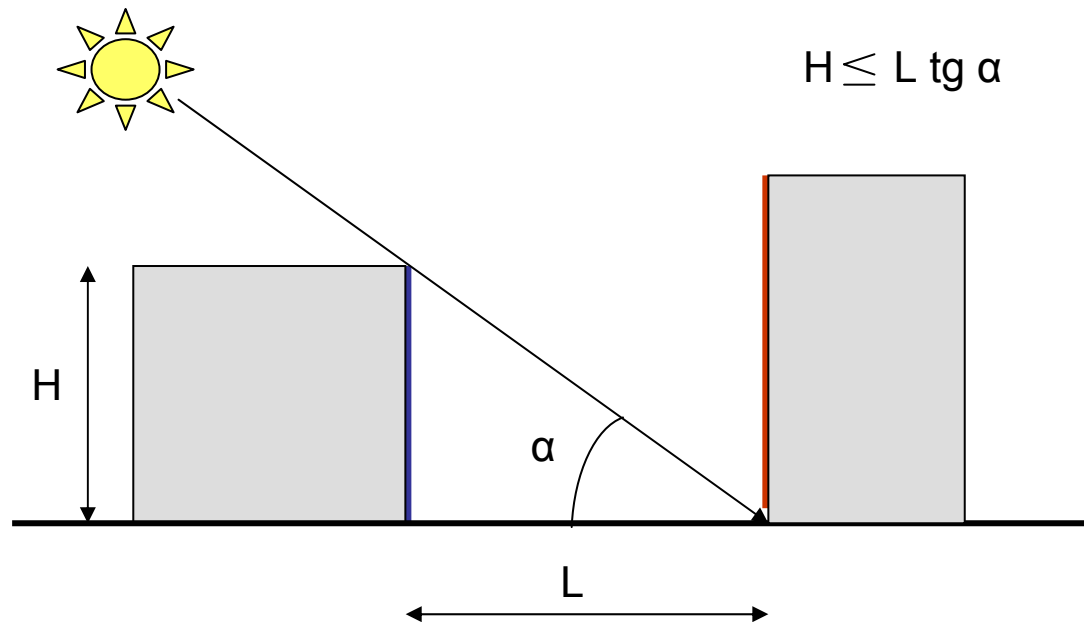
# IRRAGGIAMENTO PER UNITÀ DI VOLUME PER ESPOSIZIONE

## STAGIONE ESTIVA



## IRRAGGIAMENTO DELL'EDIFICIO

- Per quanto riguarda il soleggiamento dell'edificio, interessa l'altezza degli edifici prospicienti quello di progetto e la latitudine del luogo.
- La verifica viene di solito eseguita il 21 dicembre (quando il sole è più basso) e il 21 giugno.
- Affinchè la facciata di progetto sia interamente esposta al sole, l'altezza degli edifici di fronte deve essere minore o uguale al prodotto della distanza tra le due facciate moltiplicata per la tg dell'angolo di altezza del sole.

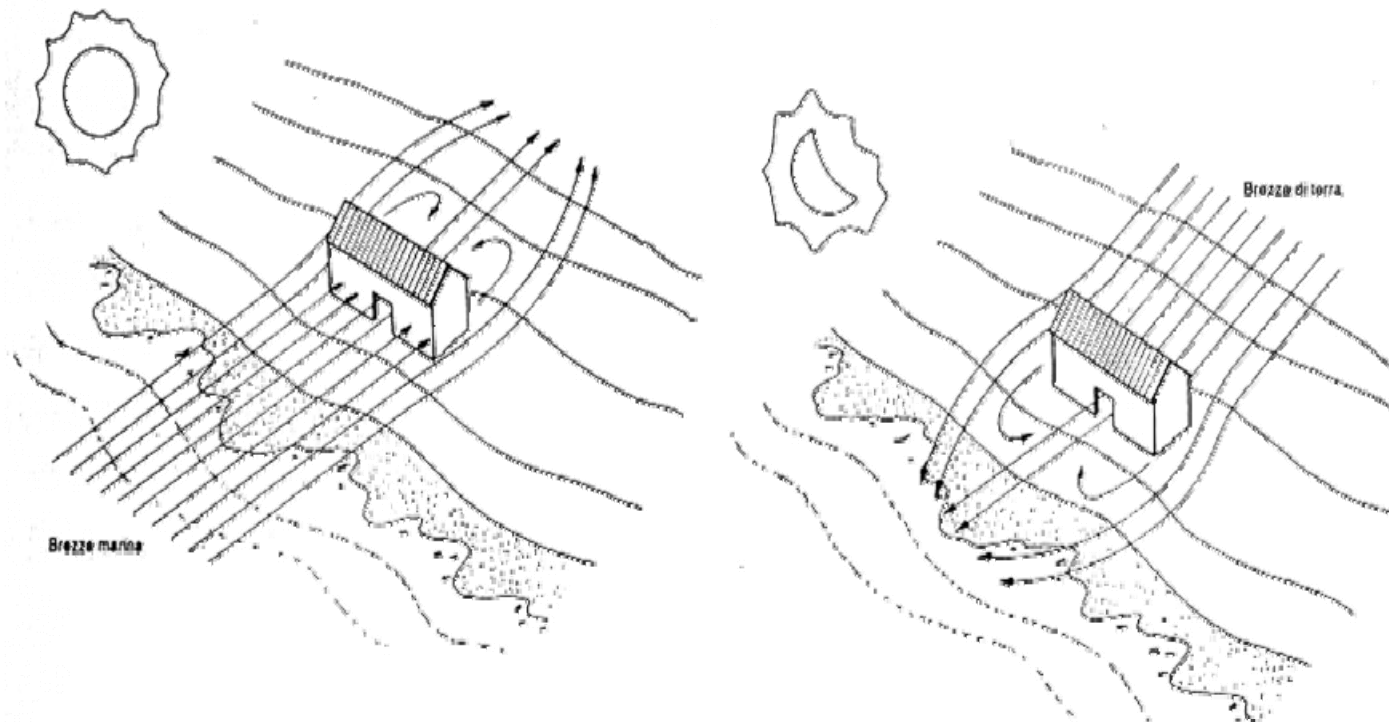




# CORRENTI D'ARIA

## Origini locali delle correnti d'aria

- Le correnti determinate dagli spostamenti delle masse d'aria, a causa delle differenti pressioni atmosferiche di due zone limitrofe, originano il vento.
- Tanto maggiore è la differenza di pressione, tanto più veloce è lo spostamento delle masse d'aria. Le differenze di pressione generalmente sono provocate dall'ineguale riscaldamento della crosta terrestre ad opera della radiazione solare incidente.
- A livello microclimatico, la corrugazione del territorio e la presenza di bacini d'acqua di una certa consistenza influenzano i venti locali.



Posizione ottimale di un edificio su un litorale, in relazione al vento

## Direzione del vento e disposizione degli edifici

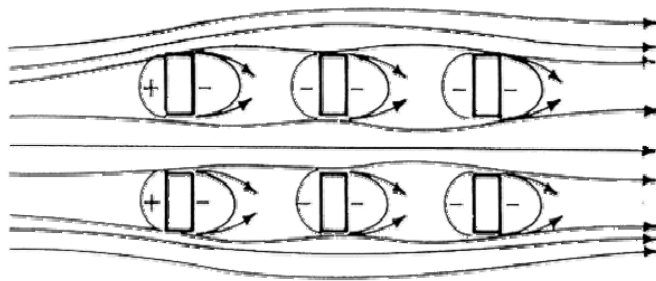
- Un edificio collocato lungo un flusso d'aria, ne riduce la velocità e ne modifica la direzione.
- La localizzazione degli edifici che formano la maglia urbana, la loro forma volumetrica e il loro orientamento, determinano le dimensioni della scia prodotta quando il flusso d'aria incontra un ostacolo, determinano perciò anche la variazione del campo di velocità e di pressione nella via e attorno agli edifici stessi.



Parametri dimensionali che influenzano l'estensione della zona di calma in posizione sottovento rispetto ad un edificio

## Direzione del vento e disposizione degli edifici

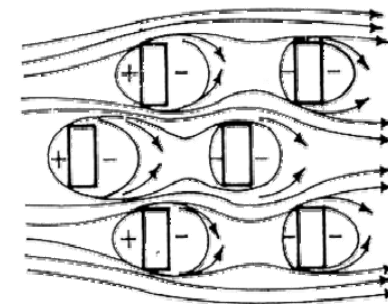
- Più edifici raggruppati producono una modificazione del campo del flusso d'aria che li attraversa, dipendente dalla collocazione reciproca e dall'altezza relativa degli edifici stessi, nonché dalla densità con cui essi sono collocati sul territorio.



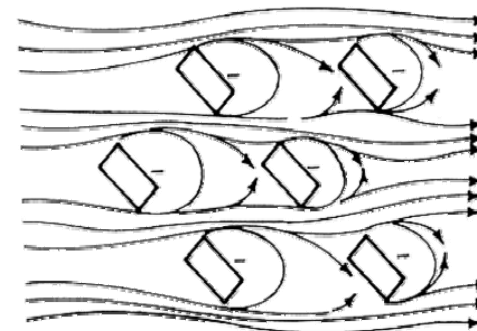
(a)

Schemi di flusso del vento attorno a edifici distribuiti secondo maglie regolari:

- a) in batteria;
- b) a scacchiera



(b)



## Direzione del vento e disposizione degli edifici

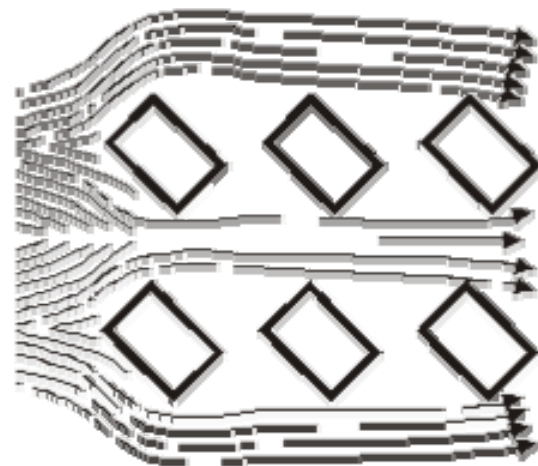
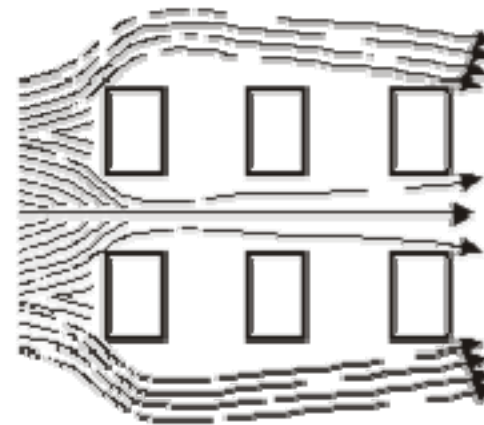
- Gli edifici disposti perpendicolarmente alla direzione del vento, ricevono sul lato esposto un impatto alla massima velocità.
- Se sono disposti a 45°, la velocità del vento si riduce del 50%.
- Le file di edifici posti tra di loro a una distanza pari a sette volte le rispettive altezze assicurano un soddisfacente effetto di ventilazione per ciascun edificio.

Una disposizione ad unità alternate sfrutta l'andamento rimbalzante del vento

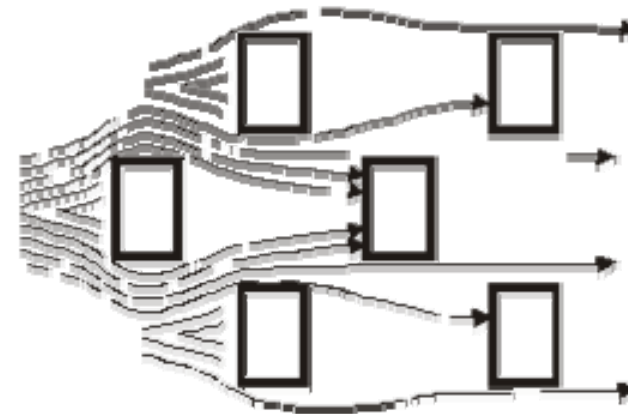
Andamento del flusso d'aria intorno a degli edifici



Effetto di protezione dal vento in schiere parallele.

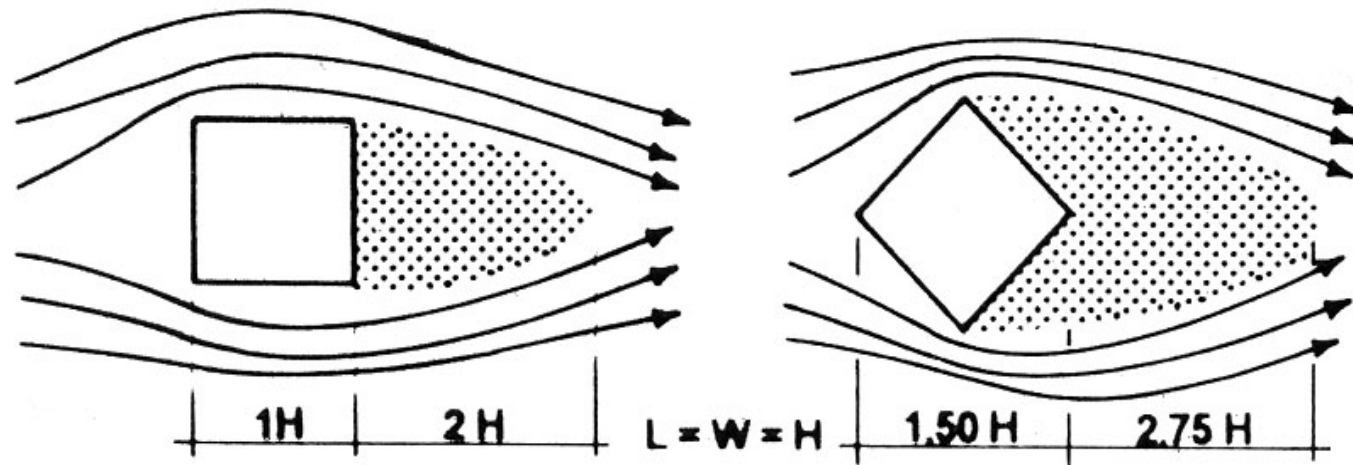


Effetto di protezione dal vento nell'insediamento residenziale.



Sfruttamento delle brezze estive.

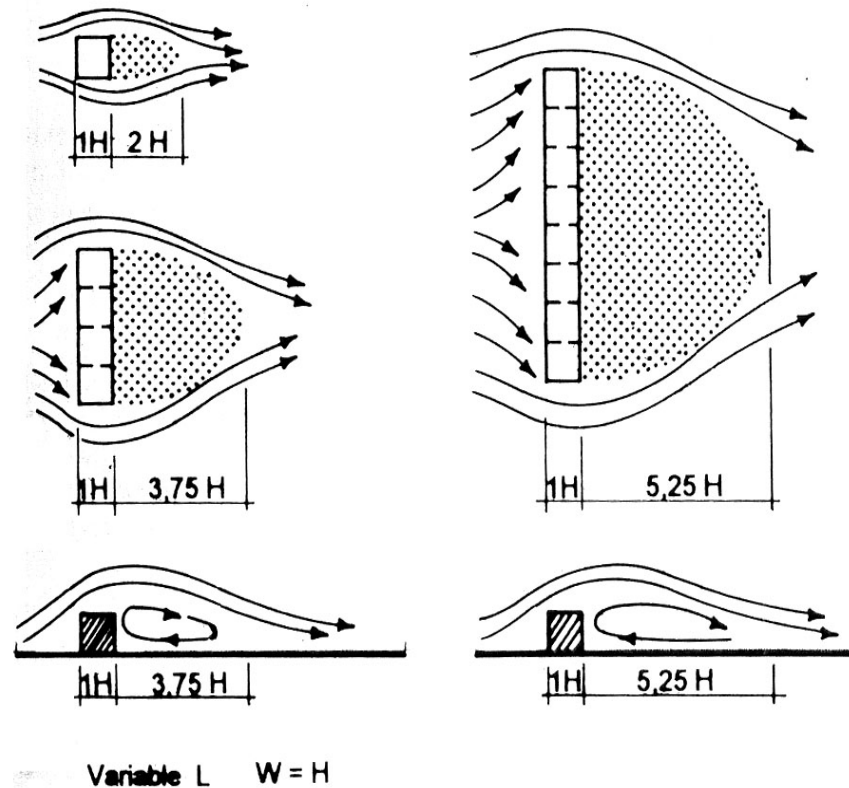
## Direzione del vento e disposizione degli edifici



Estensione della scia nella zona sottovento di un edificio a forma cubica, direzione perpendicolare e diagonale

## Direzione del vento e disposizione degli edifici

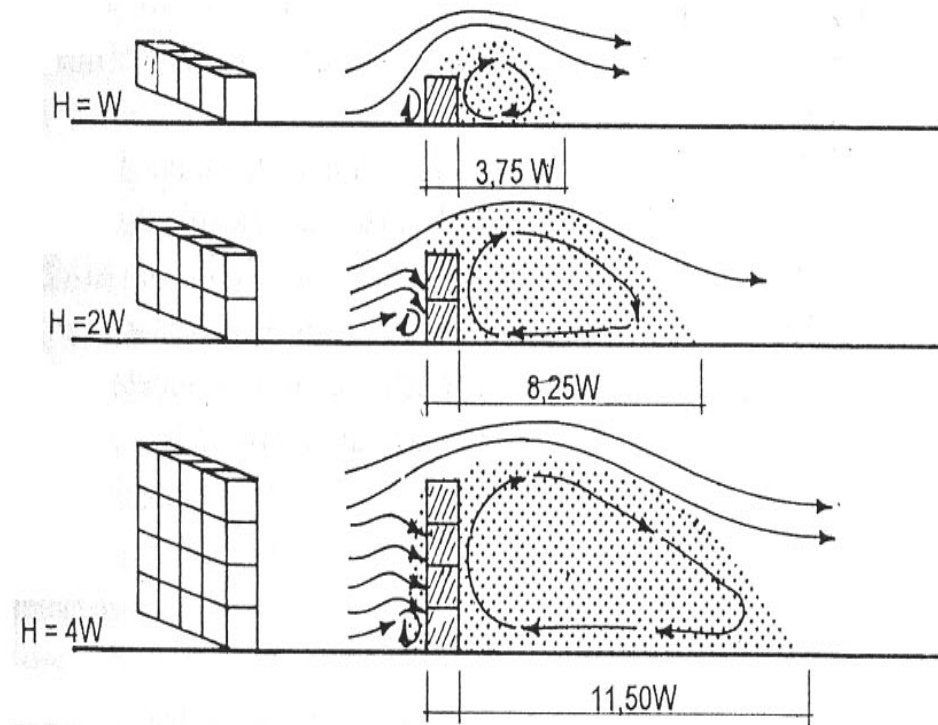
- Nei solidi parallelepipedi a pianta rettangolare allungata, l'ingombro della scia prodotta quando incontrano un flusso di vento, è maggiore che nel cubo, e a parità di larghezza del solido, la sua profondità aumenta con la lunghezza. L'altezza della scia rimane invece pressoché inalterata.





## Direzione del vento e disposizione degli edifici

- Un aumento dell'altezza del solido produce un incremento della profondità di scia, che mantiene pressoché mutata la sua sagoma.



## Correnti d'aria all'interno degli edifici

Le forze che producono una ventilazione naturale all'interno degli edifici si possono classificare in:

- movimenti d'aria prodotti da differenze di pressione;
- ricambi d'aria causati da una differenza di temperatura.

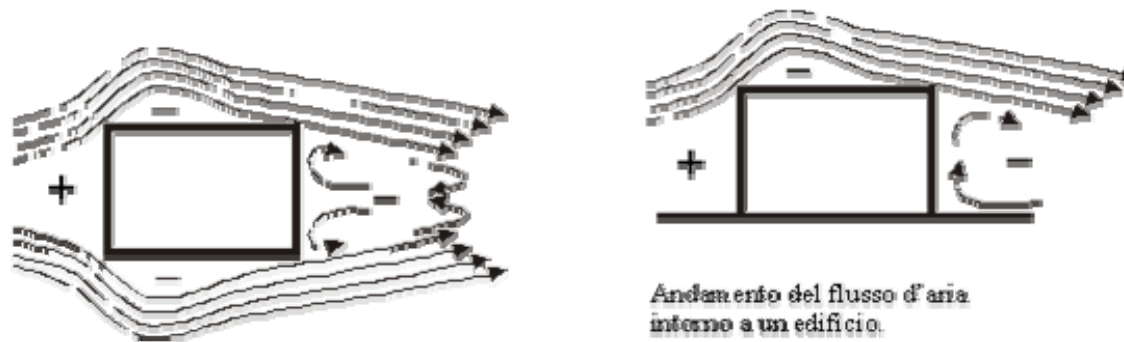
## Ventilazione ad opera del vento

Un edificio su cui insiste una corrente d'aria, accumula l'aria in moto sul lato sopravvento; su questo lato si origina un' area di pressione relativamente alta.

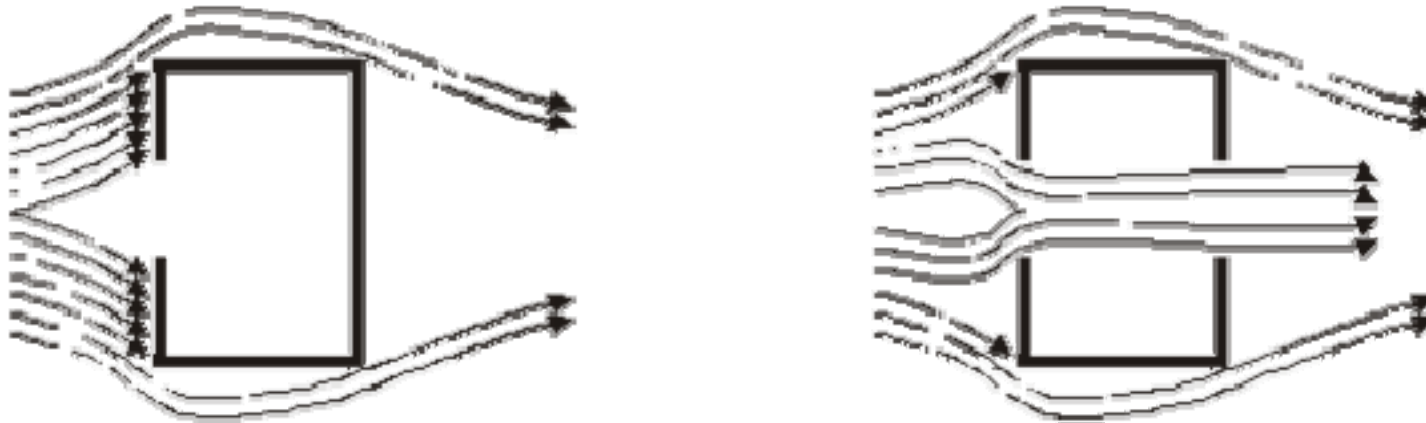
Il flusso che avvolge l'edificio crea delle zone di bassa pressione sui lati adiacenti a quello sopravvento.

Sul lato sottovento, si produce un'ombra di vento con una pressione relativamente bassa.

Il vento riacquista la sua velocità iniziale a una distanza pari a sette volte l'altezza dell'edificio. Gli andamenti dei flussi d'aria che si formano attorno alla costruzione sono determinati dalla geometria dell'edificio e sono indipendenti dalla velocità dell'aria.

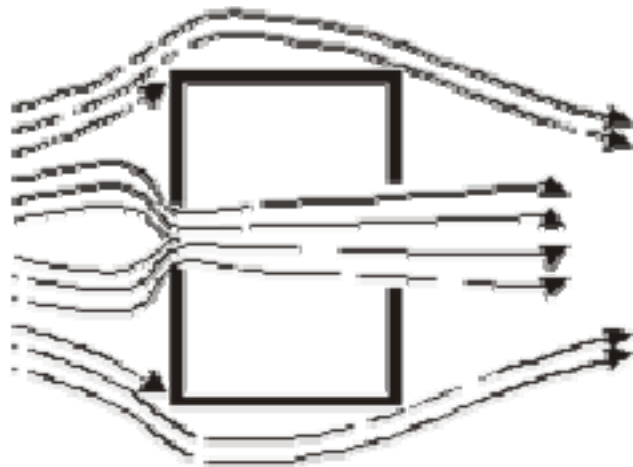


La differenza di pressione fra i lati sopravento e sottovento possono contribuire a creare una corrente d'aria all'interno dell'edificio. La collocazione delle aperture è più efficace quando l'apertura di entrata è rivolta verso un' area di alta pressione e quella di uscita verso una di bassa pressione.

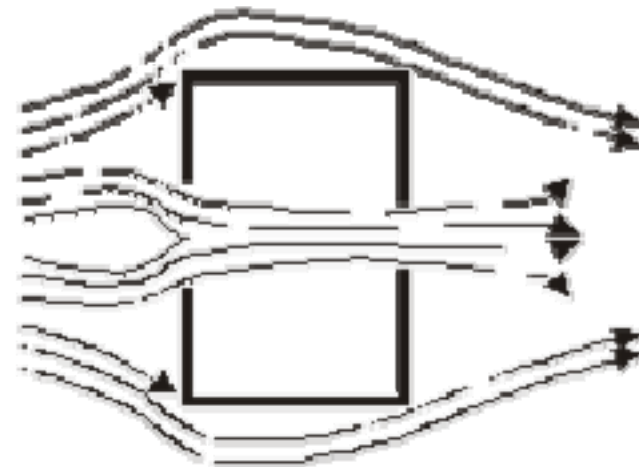


Negli edifici privi di aperture d'entrata, non si originerà nessuna corrente d'aria. E' anche ovvio che grandi aperture poste l'una opposta all'altra e collocate rispettivamente sulle aree di alta e bassa pressione determinano il massimo ricambio d'aria possibile

Usando un' apertura d'entrata di piccole dimensioni, si ottiene un effetto Venturi, che assicura la massima velocità all'interno dell'edificio



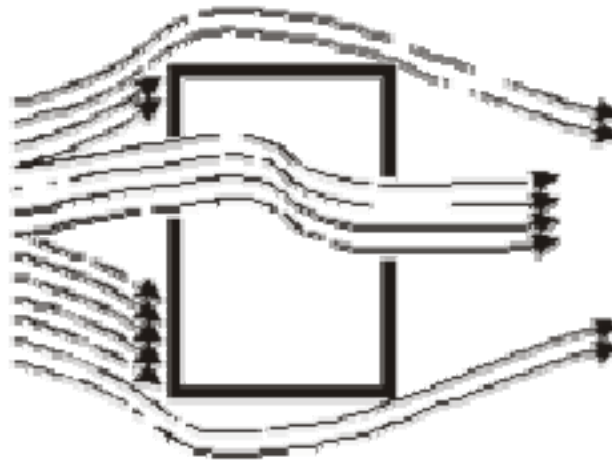
Le massime velocità si hanno quando una piccola apertura d'entrata è abbinata con una grande d'uscita.



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

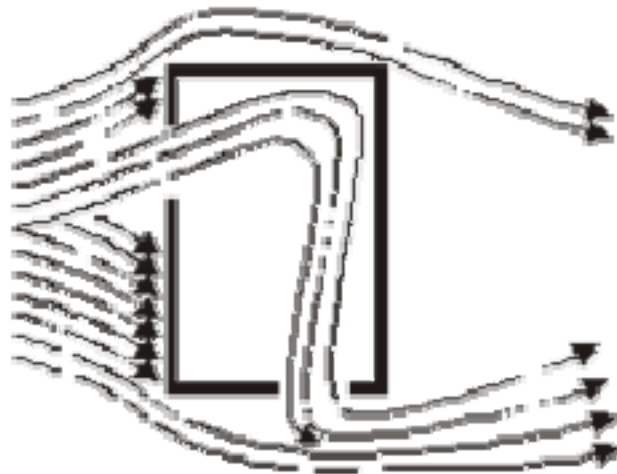
- Effetto inerzia

Aperture di entrata e di uscita poste simmetricamente producono un andamento lineare del flusso interno. Con aperture disposte asimmetricamente, conformemente alla differenza tra le forze di pressione componenti, l'aria entra nell'edificio con un angolo obliquo. Il flusso interno tende a seguire per inerzia, la sua direzione originaria fino a quando la forza generata dalla differenza di pressione fra l'apertura d'entrata e quella d'uscita, lo costringerà a deviare verso l'uscita.

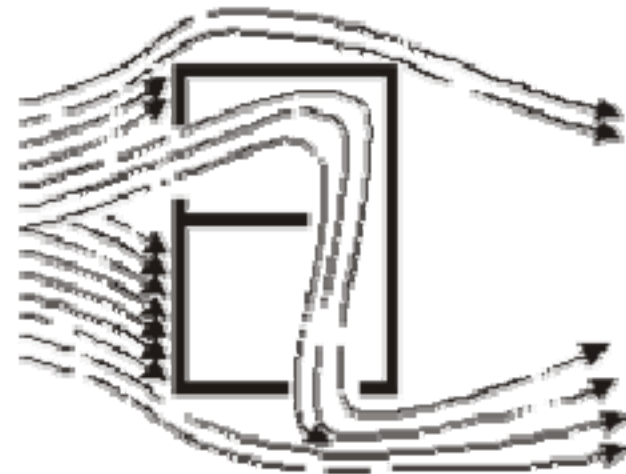


Nel caso le aperture siano spostate,  
all'interno si ha un flusso  
asimmetrico.

- Divisori all'interno degli edifici
- Se si pone un divisorio fuori dalla corrente, la velocità e l'andamento del flusso rimangono inalterati. Se lo stesso divisorio è posto sul percorso del flusso, la corrente viene interrotta e rallentata e la ventilazione in entrambe le stanze risulta insufficiente.



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



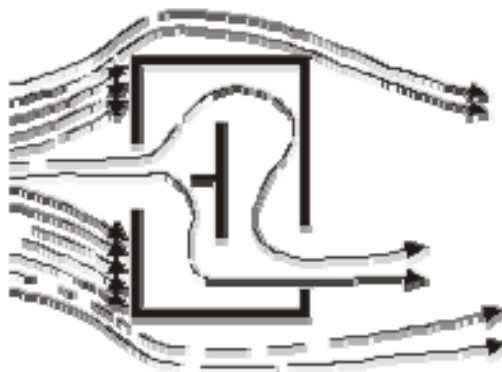
Ogni ostacolo posto fuori dall'andamento del flusso, non interferisce con esso.

- Divisori all'interno degli edifici

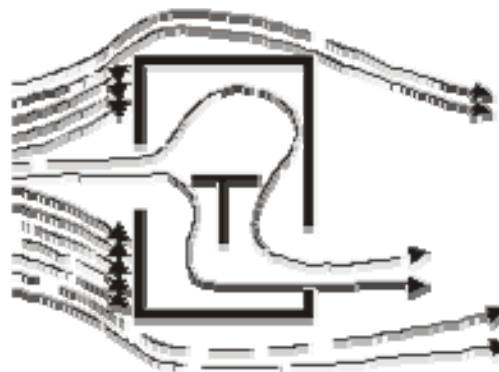
Un flusso rettilineo assicura il movimento d'aria più veloce, mentre ogni cambiamento di direzione ne rallenta la velocità. Ogni improvviso mutamento di corso, causato da mobili, arredi o divisori, riduce notevolmente la velocità dell'aria. I divisori interni dovrebbero essere disposti tenendo conto dell'andamento dei flussi.



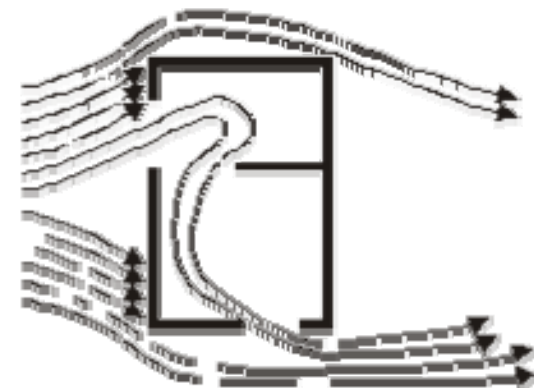
Il flusso è intercettato da divisori, che ne rallentano in maniera notevole la velocità. L'effetto raffreddante di vento scosso.



Un divisore normale al flusso iniziale, ne modifica l'andamento,



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



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



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



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



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



Effetto di un aggetto orizzontale sul flusso d'aria.



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

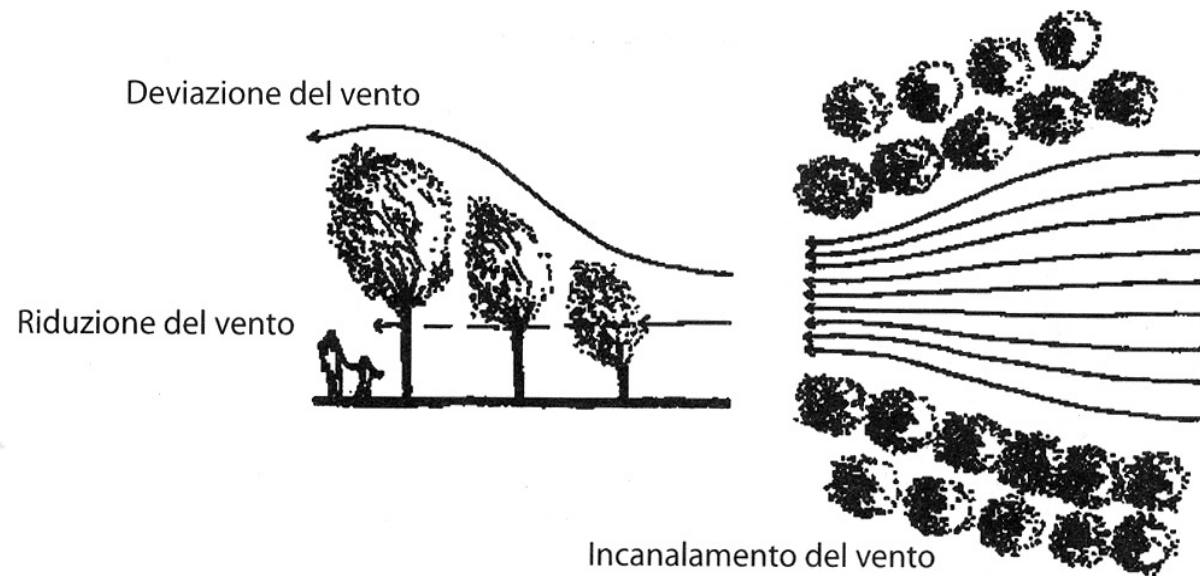


Un aggetto con una fessura equalizza le pressioni esterne e da come risultato un andamento desiderabile del flusso.



## Influenza del verde sul movimento delle masse d'aria

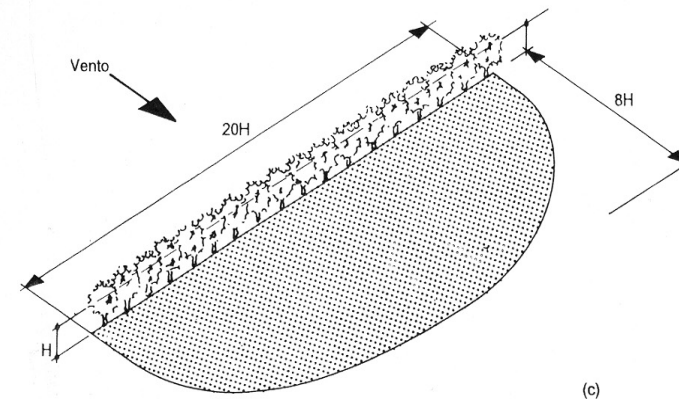
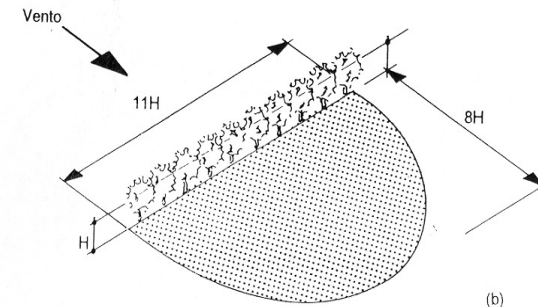
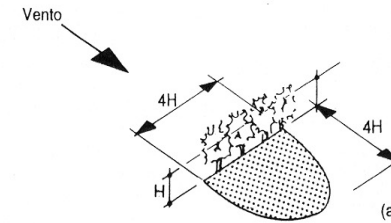
- La forma dell'elemento vegetale può contrastare e rallentare l'andamento del vento, mentre la densità del fogliame incide sul flusso che riesce ad attraversare la chioma e l'altezza modifica la zona protetta.
- La massa del fogliame degli alberi blocca il passaggio dell'aria, originando, come conseguenza, un aumento della velocità dell'aria che riesce a passare in modo diretto ad una quota inferiore a quella delle chiome.



## Influenza del verde sul movimento delle masse d'aria

- Nel caso di barriera posta ortogonalmente alla direzione dei venti, oltre un certo limite, la profondità della zona di calma non varia al variare della lunghezza del filare, mentre si mantiene proporzionata all'altezza.

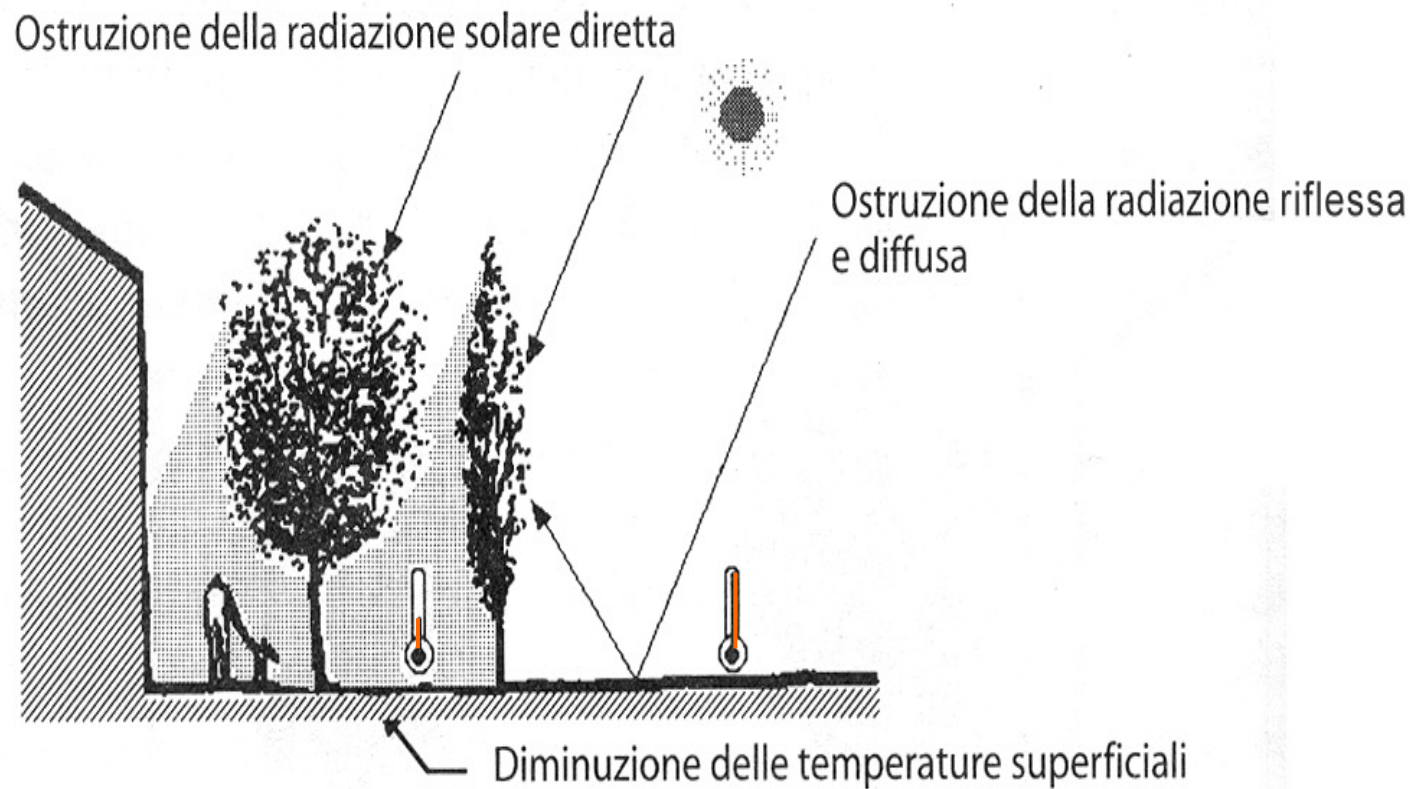
Quindi, per quanto riguarda la dinamica dei venti, la vegetazione ha due tipi di effetti opposti sul microclima di un sito: aumento della temperatura quando il verde costituisce barriera di protezione ai venti più freddi del sito, raffreddamento, quando ostacola i venti più caldi o devia quelli più freddi verso aree in cui l'aria è calda.



## INFLUENZA DEL VERDE SUL MICROCLIMA URBANO

- Avendo proprietà termofisiche differenti da quelle del terreno nudo e delle superfici dure (sia naturali che artificiali), la vegetazione produce variazioni microclimatiche considerevoli nell'ambiente in cui viene introdotta.
- Tali proprietà, producono effetti sugli scambi termici tra terreno e atmosfera, sulla temperatura dell'aria, sull' evapo-traspirazione, sull'umidità dell'aria, sulla quantità di radiazione solare diretta ricevuta dal suolo o da altre superfici, oltre che sulla dinamica dei venti e sulla qualità dell'aria.

# INFLUENZA DEL VERDE SUL MICROCLIMA URBANO



# INFLUENZA DEL VERDE SUL MICROCLIMA URBANO

- Le principali proprietà sono:
  - capacità e conduttanza termica minori di quelle delle superfici non vegetate;
  - radiazione solare assorbita principalmente dalle foglie, per cui risulta molto ridotta la componente riflessa (albedo);
  - possibilità di filtraggio della radiazione solare diretta al suolo o su altre superfici in funzione della copertura di foglie;
  - tasso elevato di evaporazione dell'acqua piovana, che assorbita dal suolo, raggiunge le foglie;
  - capacità di filtraggio della polvere e degli inquinanti dell'aria;
  - capacità di assorbimento dell'energia cinetica del vento, con modificazione dei relativi campi di velocità e di pressione, più graduale rispetto alle barriere solide.

## INFLUENZA DEL VERDE SUL MICROCLIMA URBANO

- La suddivisione tra piante sempreverdi e piante caducifoglie può essere utile per una prima generale selezione tra piante che svolgono una funzione di ombreggiamento e quindi di raffrescamento durante tutto l'anno, e piante che pur svolgendo tale funzione nel periodo estivo, consentono la trasmissione della maggior parte dei raggi solari d'inverno.
- Tra gli schermi vegetali, siepi e arbusti (caratterizzati da una base della chioma vicino al suolo e da limitato sviluppo in altezza) sono utilizzabili in modo ottimale come schermi a parete con funzione di barriera alla radiazione riflessa. Gli alberi, invece, sono utilizzabili soprattutto come schermi di copertura e, meno frequentemente, come schermi a parete nel caso di essenze con attacco della chioma vicino al terreno.

# INFLUENZA DEL VERDE SUL MICROCLIMA URBANO

## Effetti favorevoli nella stagione estiva:

- a) sul suolo:
  - proteggono le colture a terra da un'eccessiva traspirazione; ciò è particolarmente importante nelle situazioni in cui sia difficile una frequente irrigazione;
  - creano luoghi di sosta o percorsi pedonali ombreggiati e protetti dalla radiazione solare estiva;
- b) Sulle pareti degli edifici:
  - impediscono il surriscaldamento delle pareti opache migliorando il comfort termico degli ambienti;
  - impediscono un'eccessivo soleggiamento dei sistemi solari passivi riducendo la necessità di schermature mobili artificiali;

# INFLUENZA DEL VERDE SUL MICROCLIMA URBANO

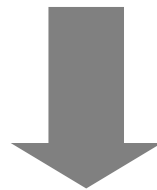
## Effetti sfavorevoli nella stagione invernale:

- a) sul suolo:
  - ostacolando l'evaporazione dell'acqua possono dare luogo a zone eccessivamente umide;
- b) Sulle pareti degli edifici:
  - impediscono il guadagno termico dovuto al soleggiamento sia per le pareti opache che per i sistemi solari passivi, compromettendo l'efficacia di questi ultimi;
  - mantenendo fredde le pareti possono favorire fenomeni di condensa.



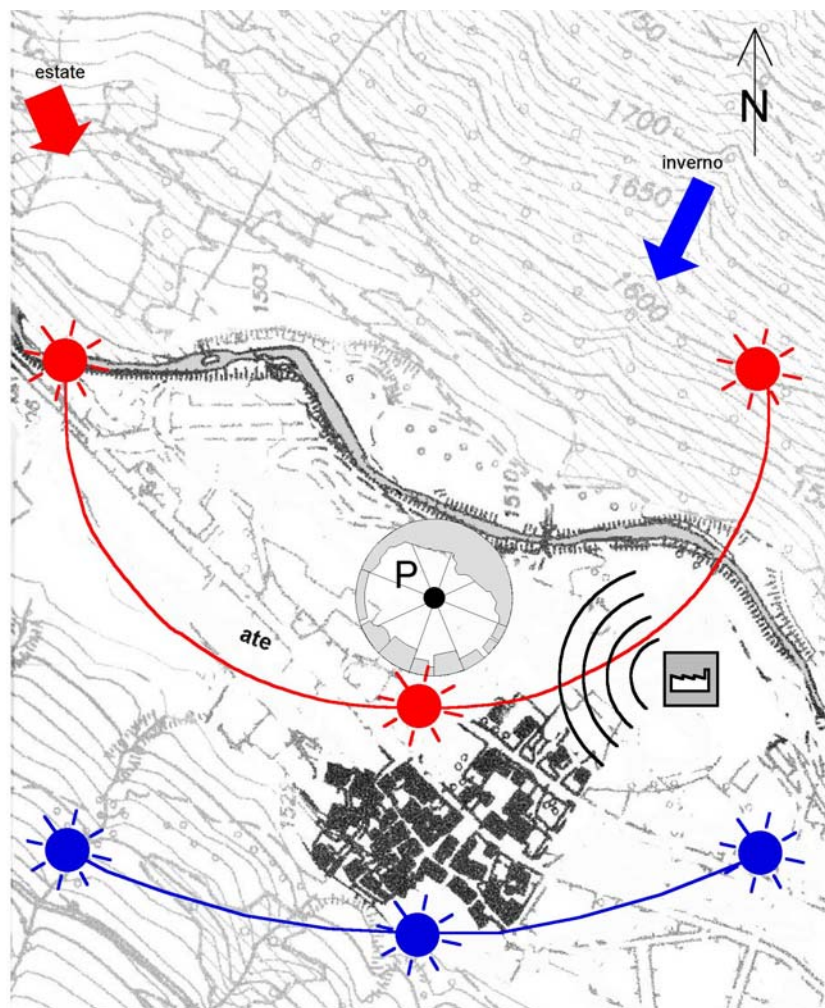
# Rappresentazione grafica

CERTE ANALISI E RAPPRESENTAZIONI AMBIENTALI HANNO  
SIGNIFICATO UNICAMENTE A SCALA MICROURBANISTICA, ALTRE A  
SCALA EDILIZIA, ALTRE SOLO A SCALA DI DETTAGLIO



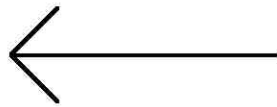
CONGRUENZA TRA RAPPRESENTAZIONE DELLE CONDIZIONI  
AMBIENTALI E SCALA DEL DISEGNO

## Rappresentazione a scala territoriale

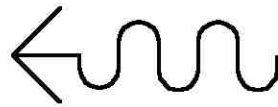


# Rappresentazione a scala edilizia

*Propagazione dell'energia*



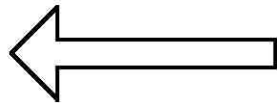
radiazione  
solare diretta



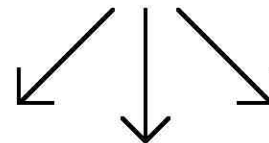
radiazione  
infrarossa



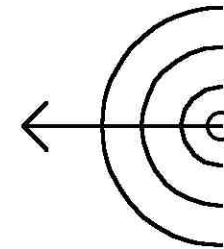
convezione



conduzione



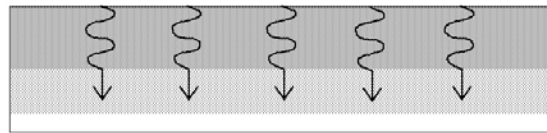
luce



suono

# Rappresentazione a scala edilizia

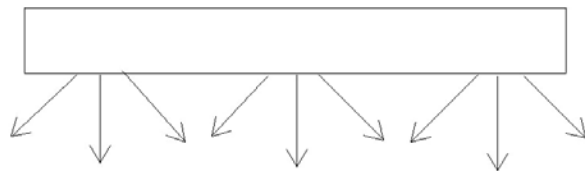
*Accumulo e trasformazione dell'energia*



accumulo di calore



vibrazione

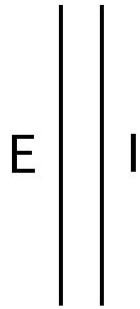


luminanza



evaporazione

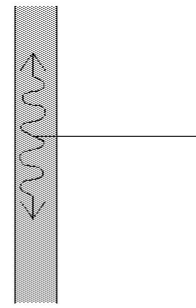
## Rappresentazione a scala edilizia



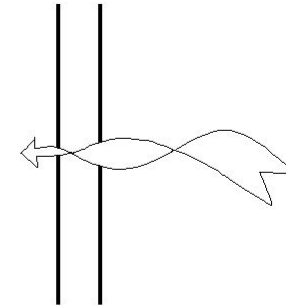
parete



isolamento  
passaggio di calore



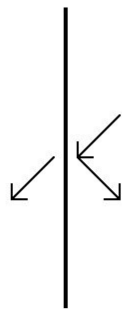
accumulo



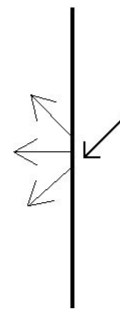
permeabilità  
all'aria



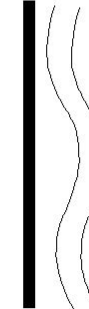
riflessione  
infrarossa



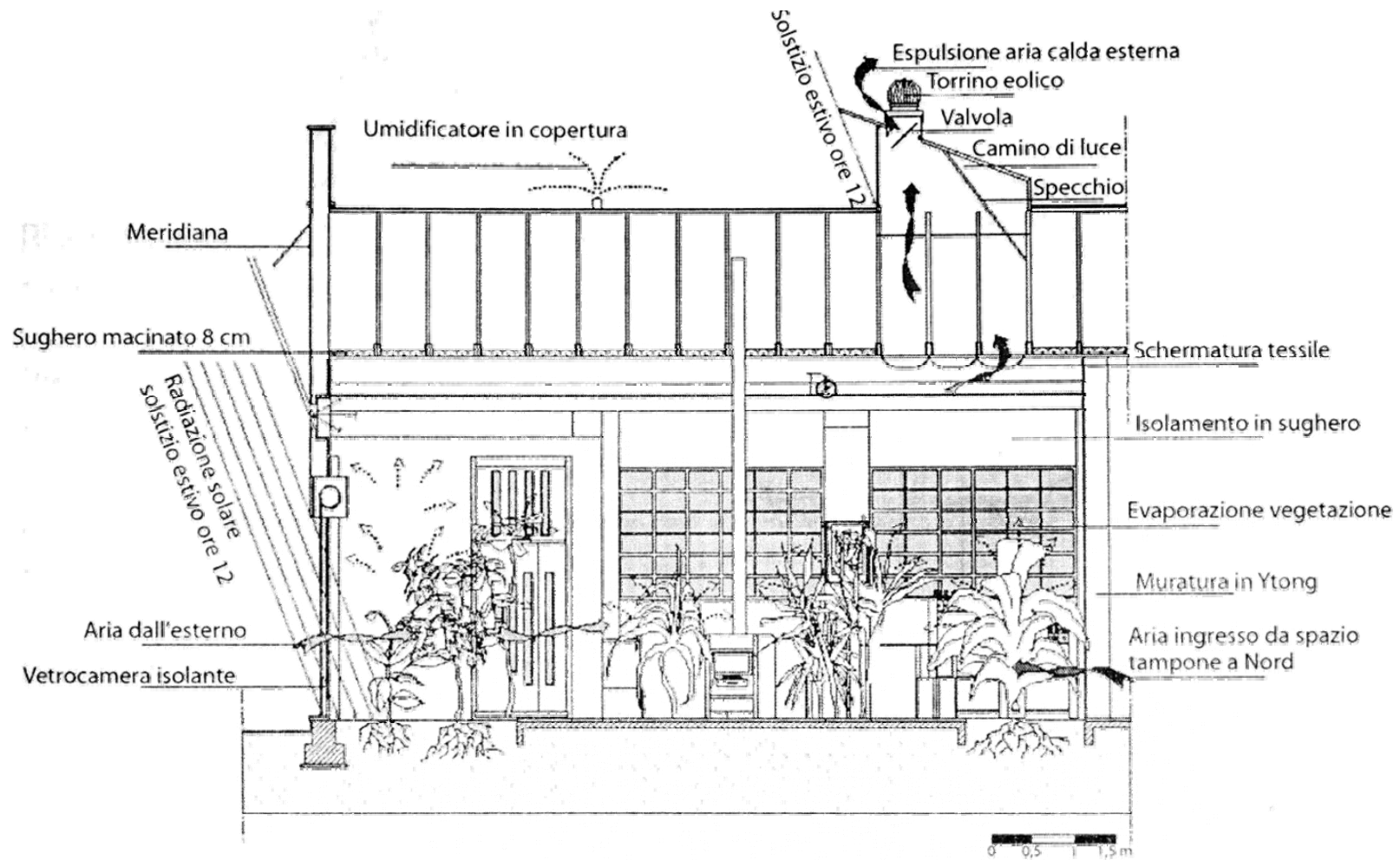
trasmissione  
riflessione luce

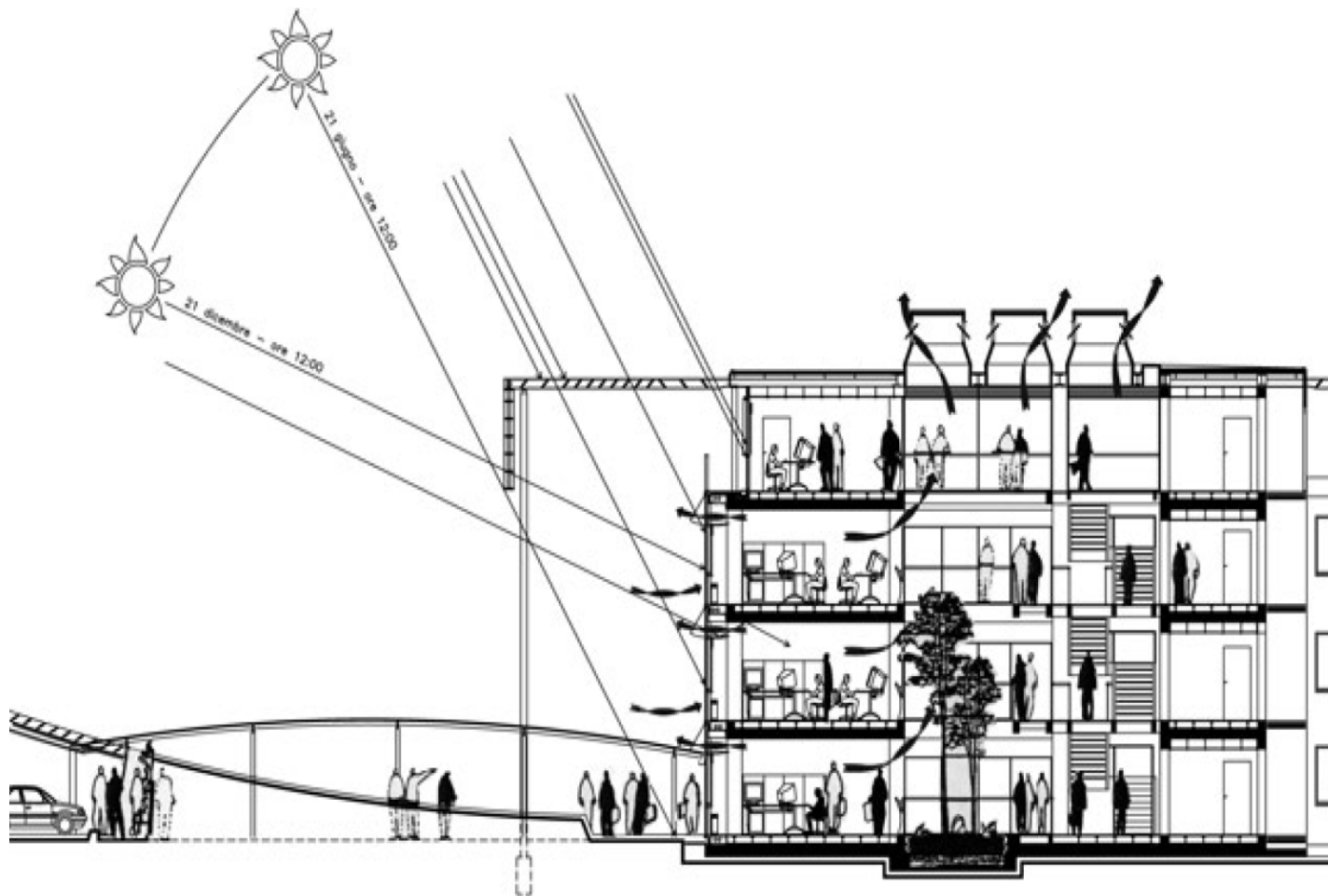


diffusione  
luce



isolamento  
rumore





Studio dell'irraggiamento e della ventilazione naturale

### **Bibliografia consigliata:**

**Grosso M.** – “ Il raffrescamento passivo degli edifici”, Sistemi Editoriali

**Benedetti C.** – “Manuale di architettura bioclimatica”, Maggioli Editore

**Castelli L.** – “Architettura sostenibile” UTET

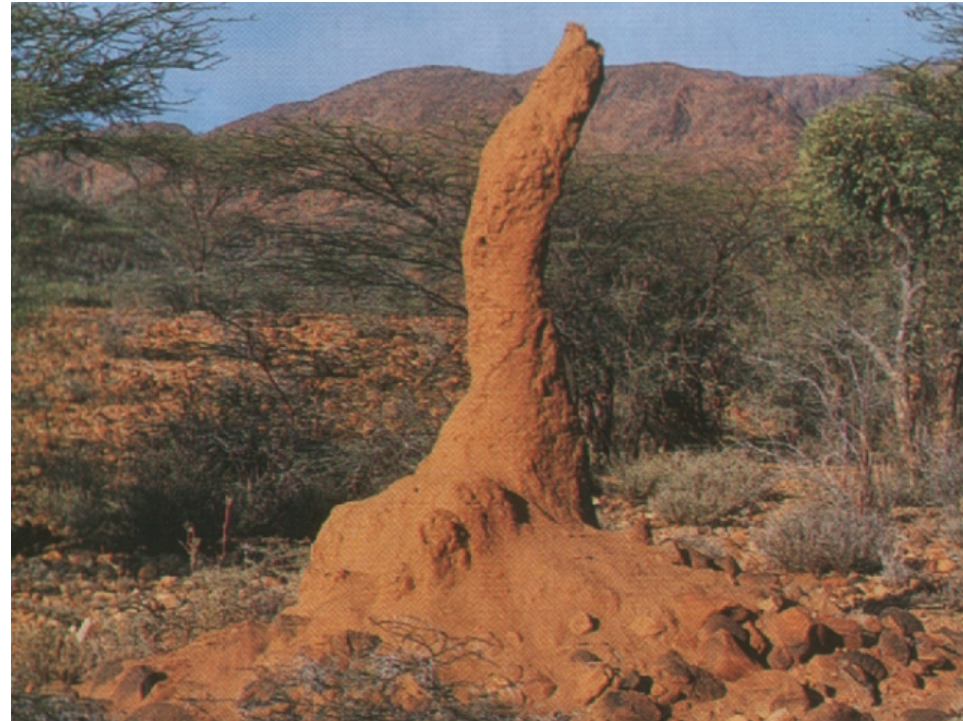
**Olgay V.** – “Progettare con il clima”, Franco Muzzio & C. Editore

**Platone C., Fantini A.** – “Sistemi impiantistici nell’architettura”, Edizioni Kappa 1998

**Rogora A.** – “Architettura e bioclimatica” Gruppo Editoriale Esselibri



# Architettura Naturale



<<...un edificio bioclimatico è caratterizzato dal **controllo passivo del microclima** con strategie che massimizzano l'efficienza degli scambi tra edificio e ambiente; la regolazione delle condizioni microclimatiche interne si ottiene controllando attentamente le caratteristiche geometriche, localizzative e tecnologiche della costruzione edilizia....>>

- L'esempio, più paradigmatico di costruzione che sfrutti le tecniche di ventilazione naturale e raffrescamento passivo ventilativo, è rappresentato da un'architettura del mondo animale: il termitaio, una complessa costruzione in sabbia, lavorata dalle termiti operaie, all'interno del quale la temperatura è pressoché costante per tutto l'anno, grazie al metabolismo delle termiti e ad una rete di condotti di ventilazione, che sono aperti o chiusi per regolare i flussi d'aria.

Il termitaio è concepito in modo da ridurre al minimo le fluttuazioni termiche al suo interno. Si innalza sopra il livello del terreno ma nel suo volume sono scavati cunicoli che si diramano prolungandosi fin sotto terra.

L'asse principale si sviluppa in direzione N-S in modo da esporre a sud il lato più corto, mentre le gallerie interne sono appositamente direzionate al fine di garantire la permeabilità ai flussi d'aria. La cresta, la parte più esposta all'irraggiamento solare, è massiva e priva d'abitacoli, in modo tale da attenuare le oscillazioni termiche interne.

Essa è attraversata, inoltre, da un condotto in grado di favorire la fuoriuscita dell'aria viziata .

Sezione schematica di un termitaio, illustrante i condotti per l'aerazione, le pareti laterali sottili per il raffrescamento convettivo e la massa termica in alto, con funzione di controllo solare .

