

ARCHITETTURA ED ENERGIA SOLARE

 SOLARE PASSIVO: contributo delle soluzioni progettuali e costruttive bioclimatiche

prof. Alessandro Rogora

L'insostenibilità del settore delle costruzioni

Risorse prelevate dall'ambiente

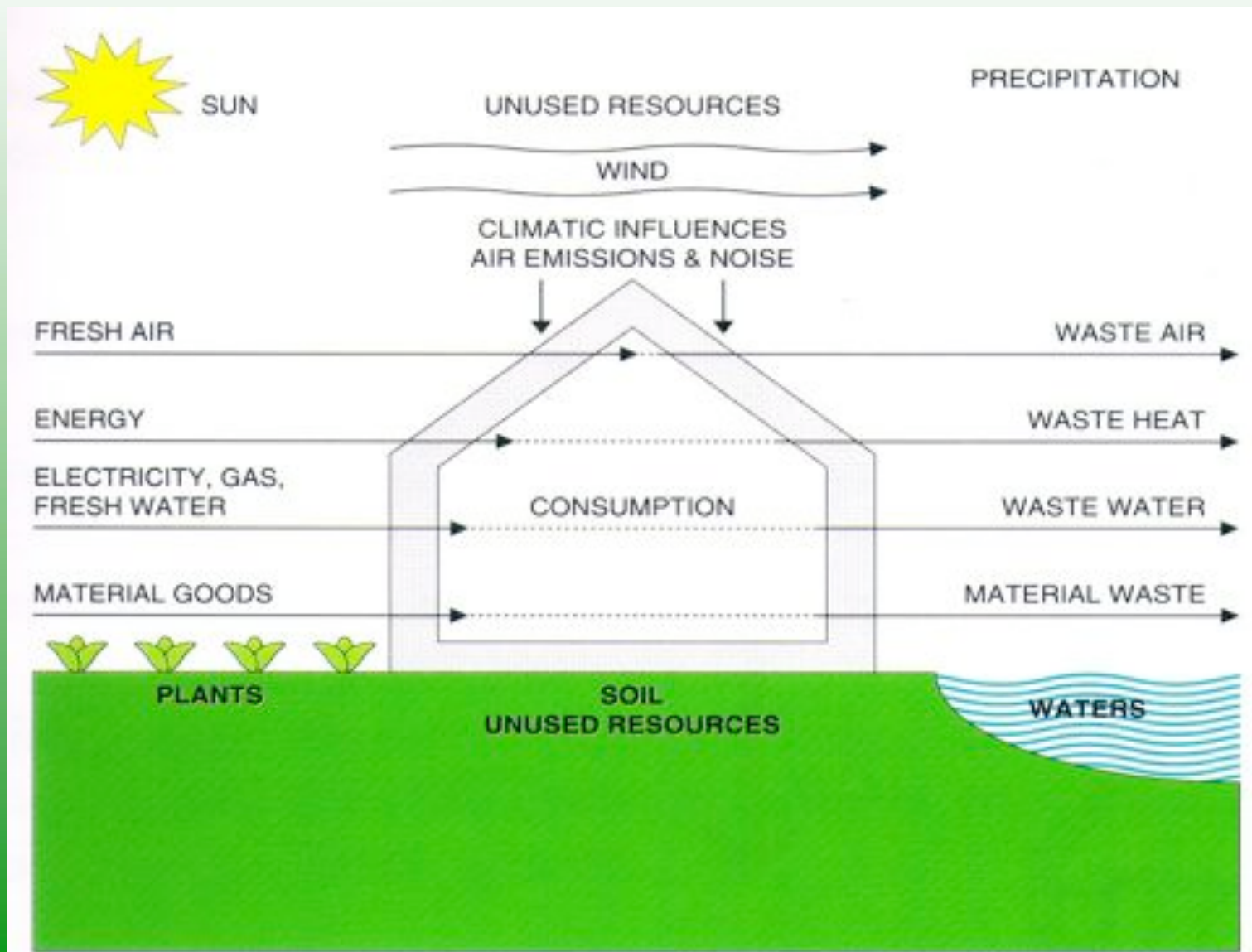
energia (da fonti non rin.)	40- 45 %
acqua	42 %
materiali	50 %
erosione di suolo all'agricoltura	50%

Inquinamento e scarti immessi nell'ambiente:

Inquinamento aria	25%
Gas serra	50%
Inquinamento acqua	
Potabile	40%
CFCs	50%
"Erosione" suolo	20%

Obiettivo generale della sostenibilità:

trasformare l'attuale processo in modo da ridurre prelievi ed immissioni (dal 10 al 90%)



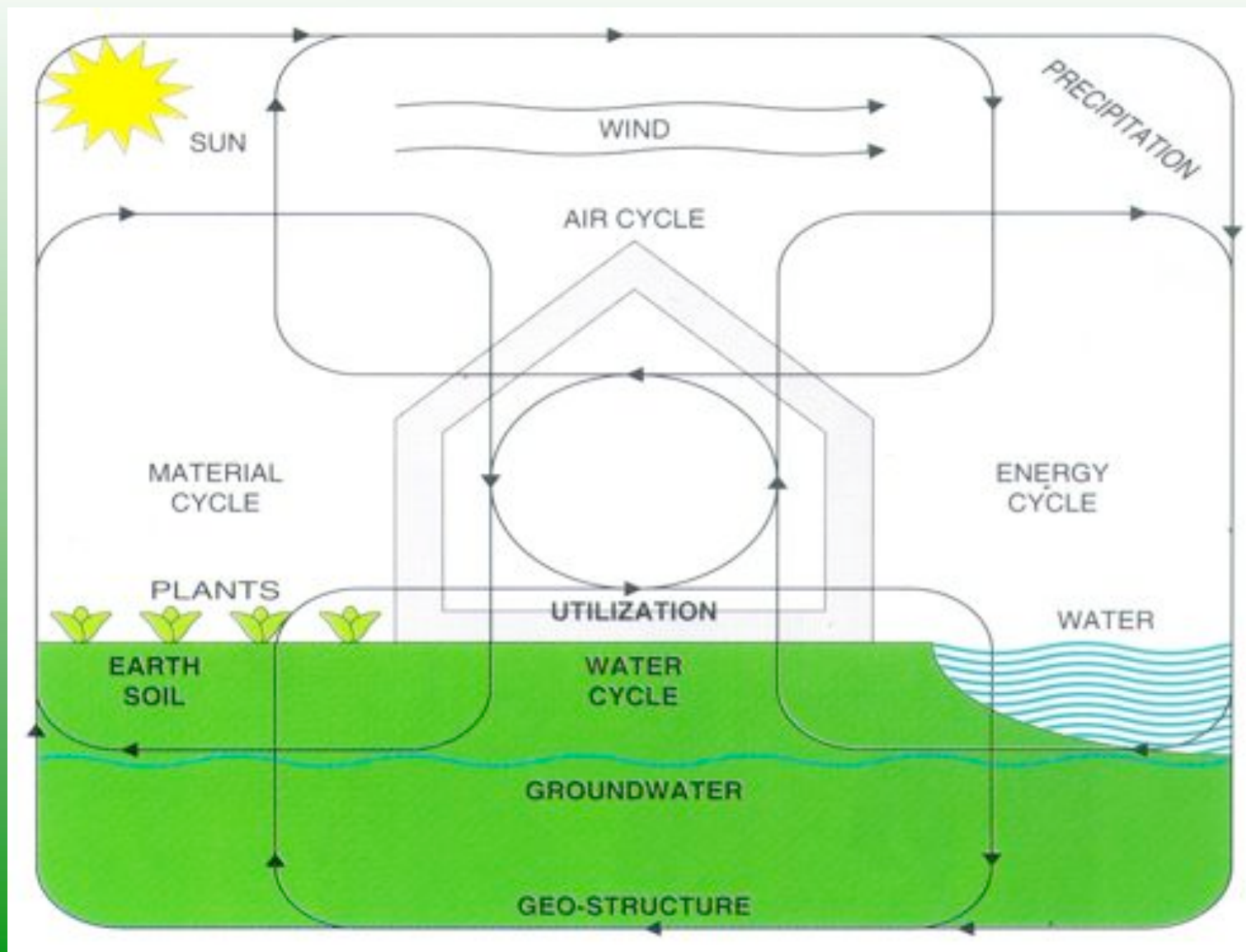
Sviluppo Sostenibile

Processi strategici in coerenza con i principi base di :

- **produzione a bassa intensità di energia e materia**
- **rigenerazione ecologica**
- **equità inter ed intra geografica**

per rispondere ai:

“bisogni delle attuali generazioni senza compromettere la capacità di quelle future di realizzare i propri”
(Rapporto Bruntland “Our Common Future”, 1987)



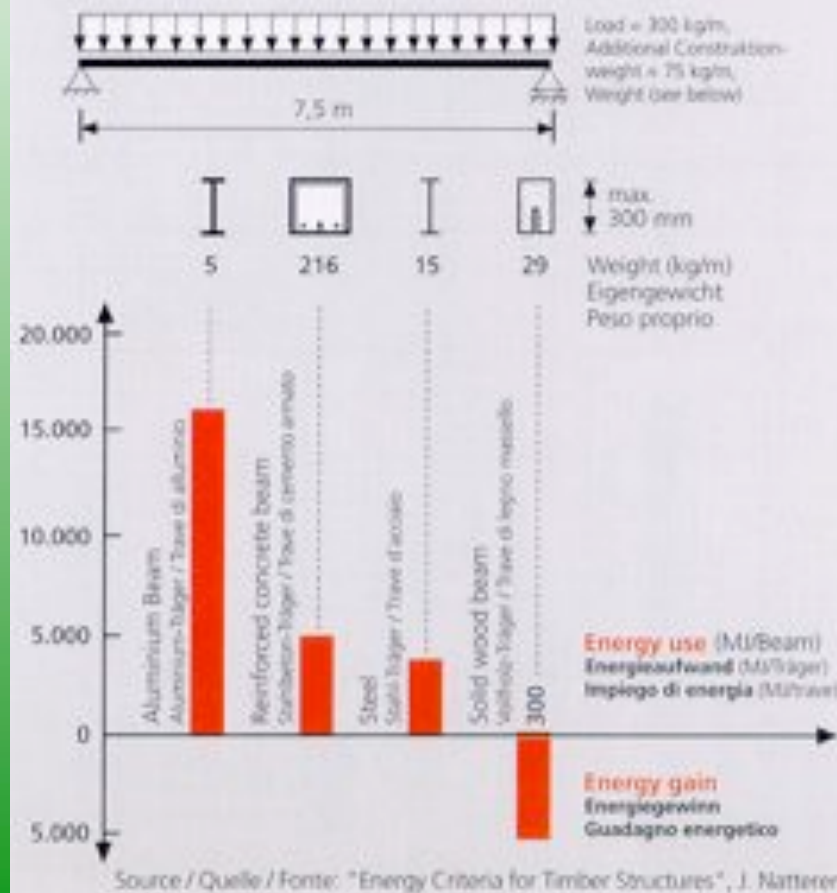
Ricordando che:

La sostenibilità è un processo che investe **la dimensione culturale (e sociale)** del nostro ambiente e quindi direttamente **l'architettura**, della quale l'edilizia è uno dei compiti essenziali.

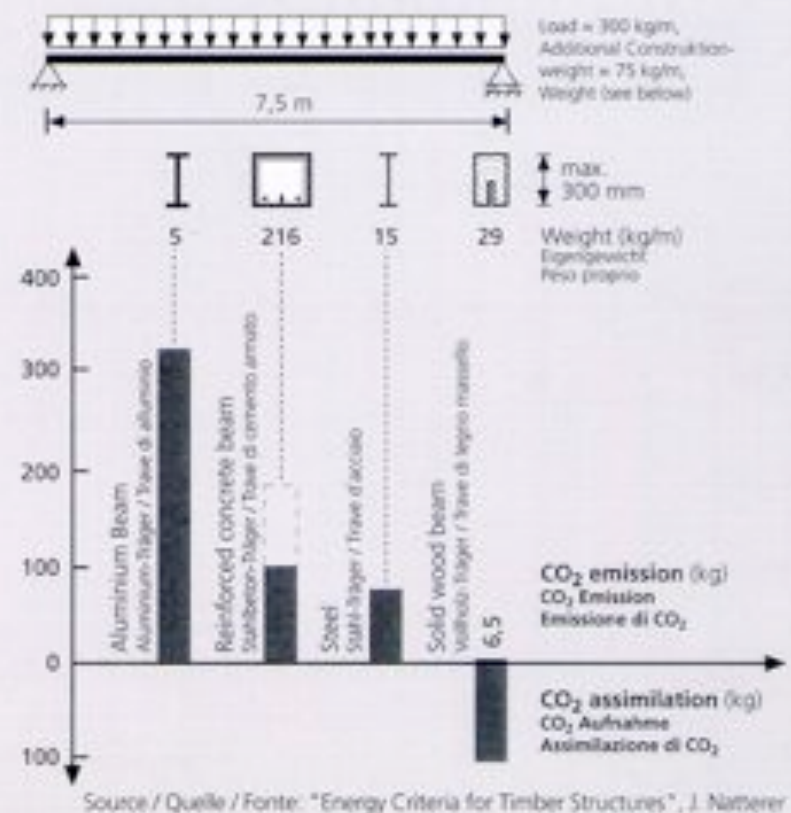
L'interazione fra caratteri morfo-tipologici e costruttivo-ambientali, è attualmente è assai debole per la difficoltà di integrare i fattori ed i requisiti energetico – ambientali.

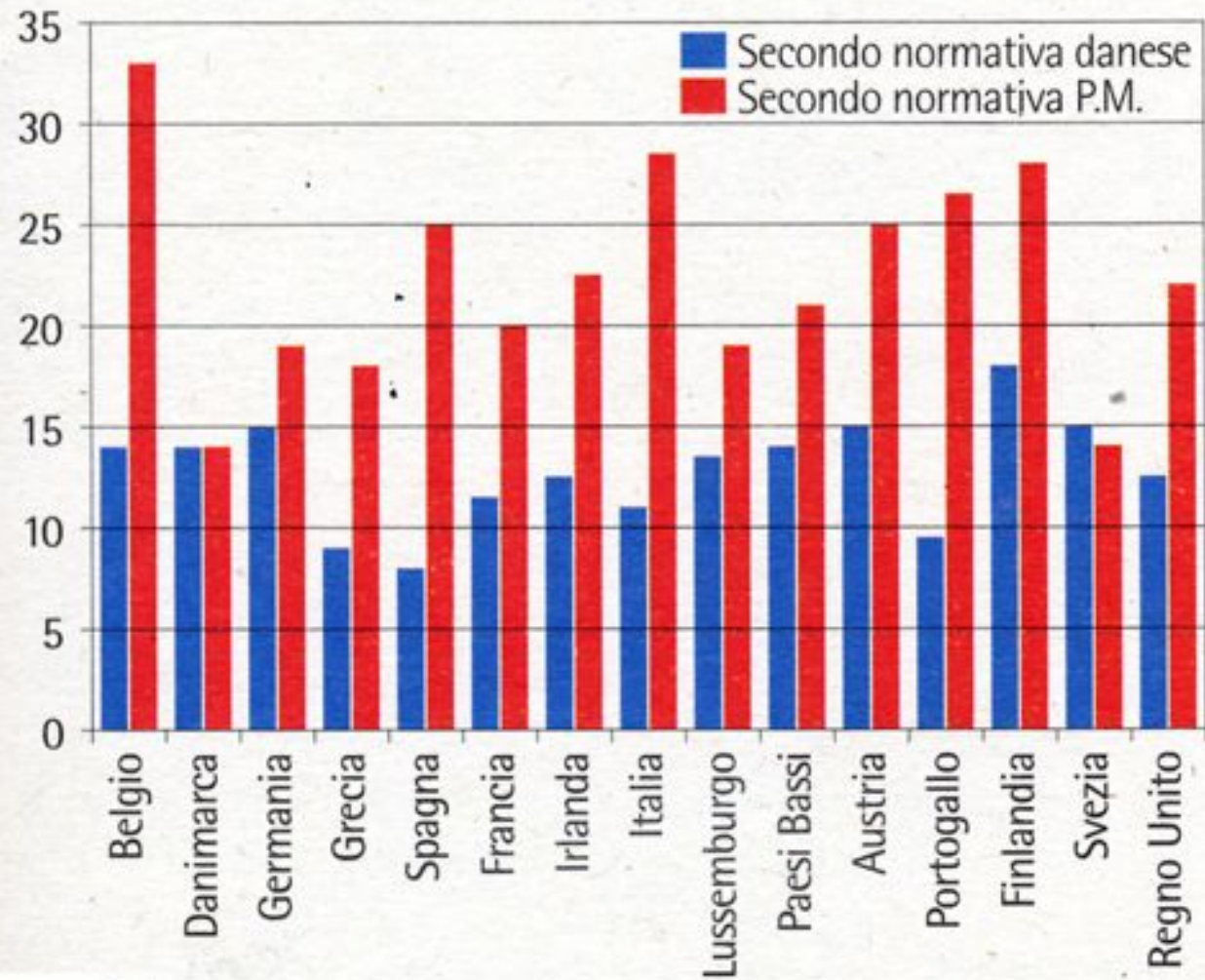
(la salvaguardia dell'ambiente e l'uso razionale delle risorse e delle potenzialità offerte dal sito) nel progetto e nei processi di attuazione e gestione (produzione fuori opera, in opera e fase funzionale).

**Energy used in production of a beam /
Energieaufwand bei der Herstellung eines
Einfeld-Trägers / Impiego di energia nella
produzione di un' architrave**



**CO₂ balance for the production of a beam
CO₂ Bilanz bei der Herstellung eines
Einfeld-Trägers
Bilancio di CO₂ nella produzione di
un'architrave**





Domanda di riscaldamento nei Paesi europei con le normative esistenti nei singoli Paesi e ipotizzando l'adozione dei limiti esistenti in Danimarca (Kwh/m³a)

PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA

Il concetto di progettazione bioclimatica nasce con Victor Olgyay (Design with climate, 1963).

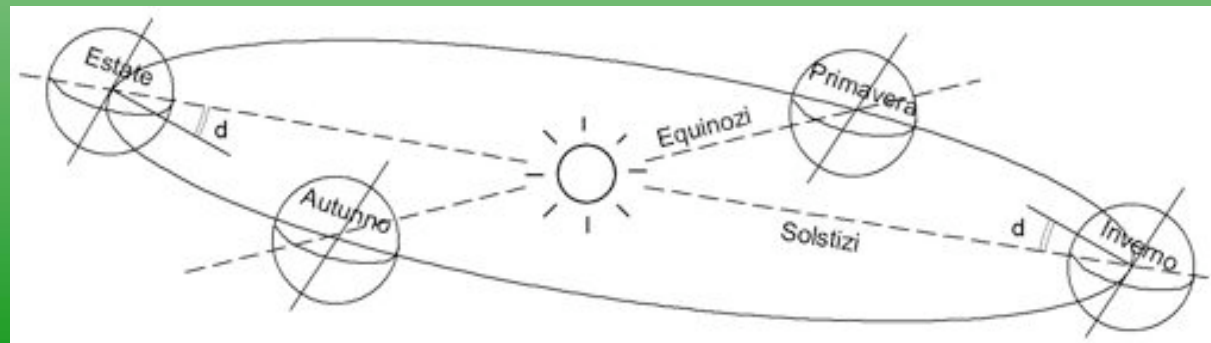
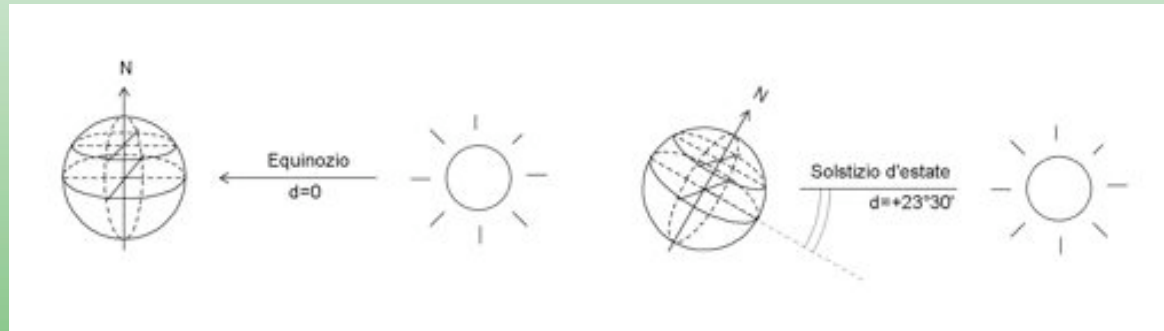
Esprime un approccio alla progettazione dell'architettura finalizzato all'utilizzo delle risorse climatiche per ridurre il consumo di combustibili fossili e raggiungere condizione di salute e benessere dell'utente.

Rappresenta un aspetto della progettazione ecocompatibile dell'architettura.

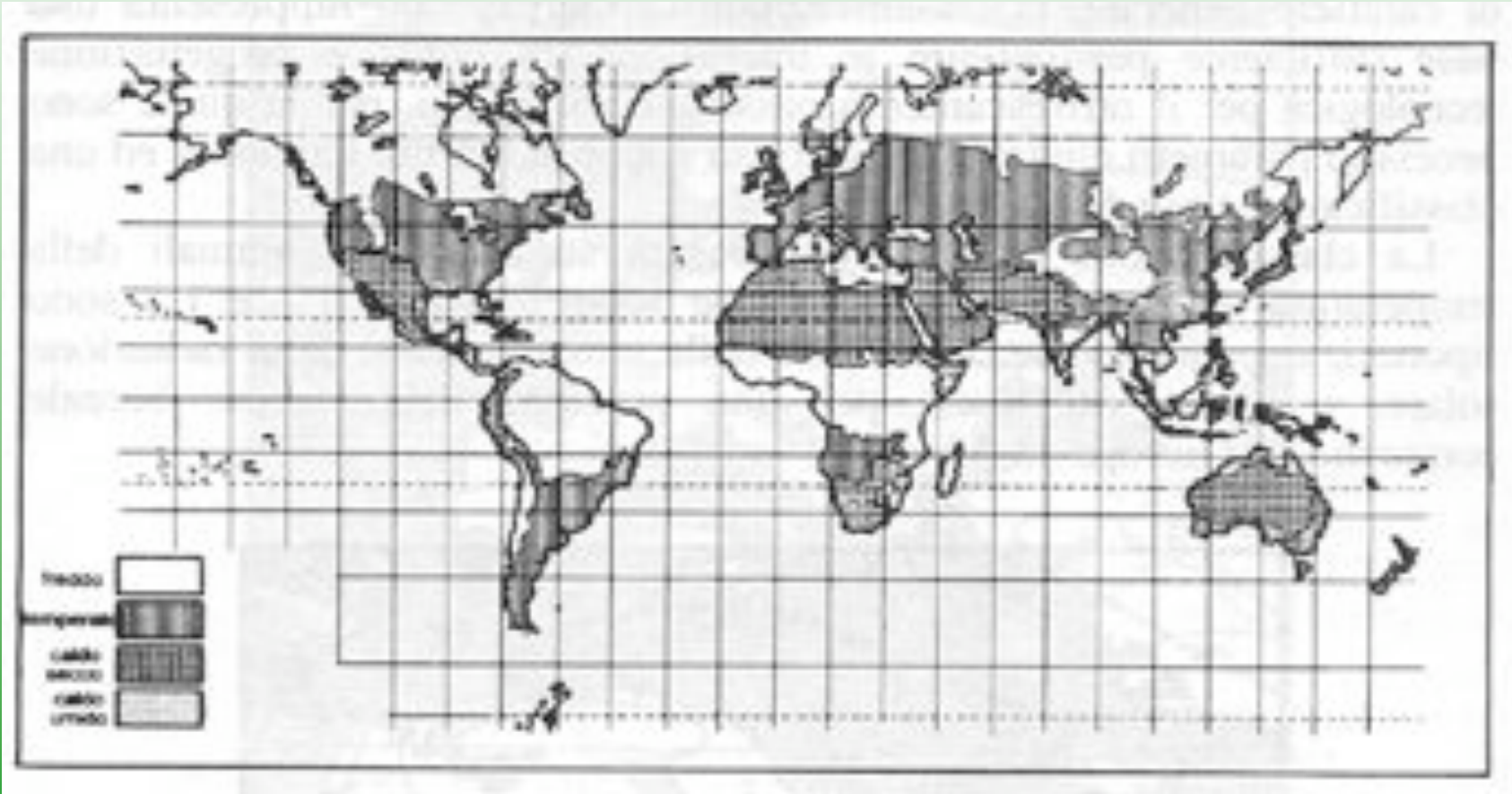
CLIMA

Fattori che determinano il clima:

- temperatura
 - valori medi
 - oscillazione
- umidità
- radiazione solare
- vento
 - direzione
 - velocità
 - frequenza



Le aree climatiche mondiali

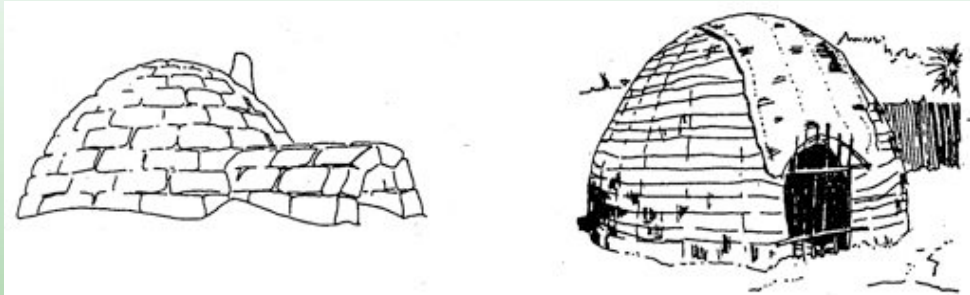


LE SCALE DEL CLIMA: Clima e microclima



Forma edilizia e Clima

Area climatica
Fredda



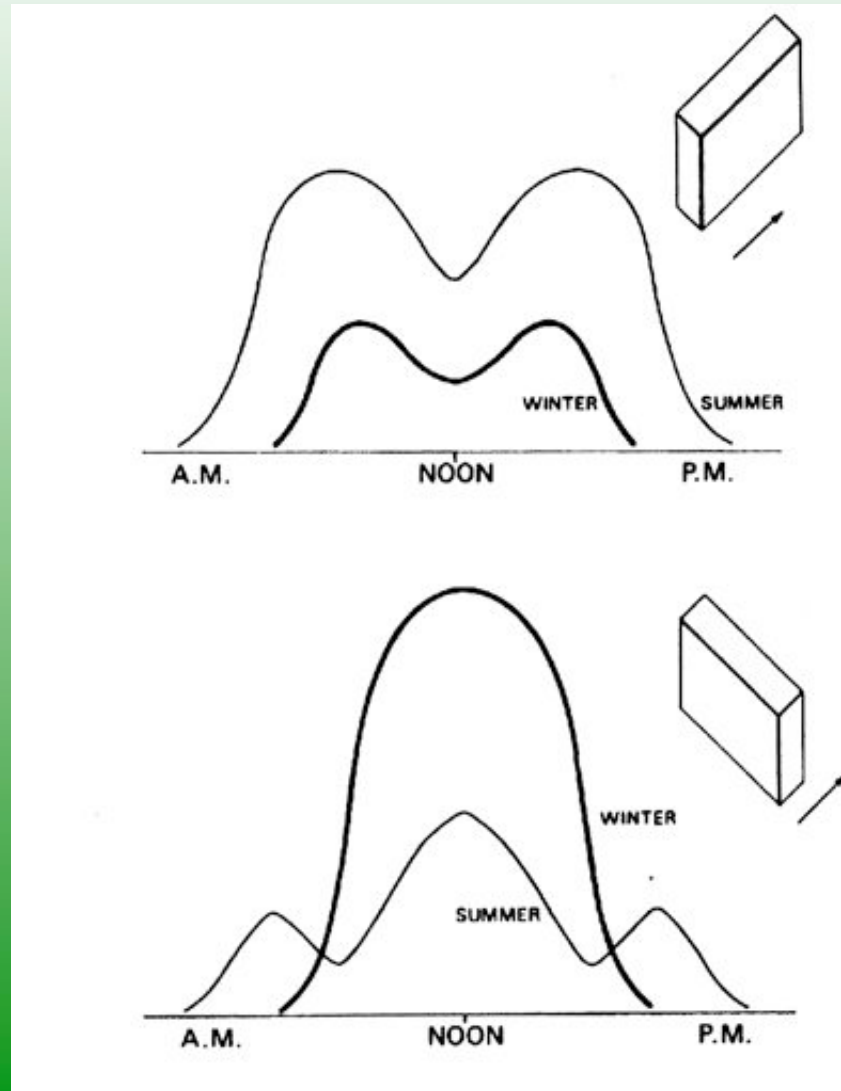
Area climatica
Caldo umida



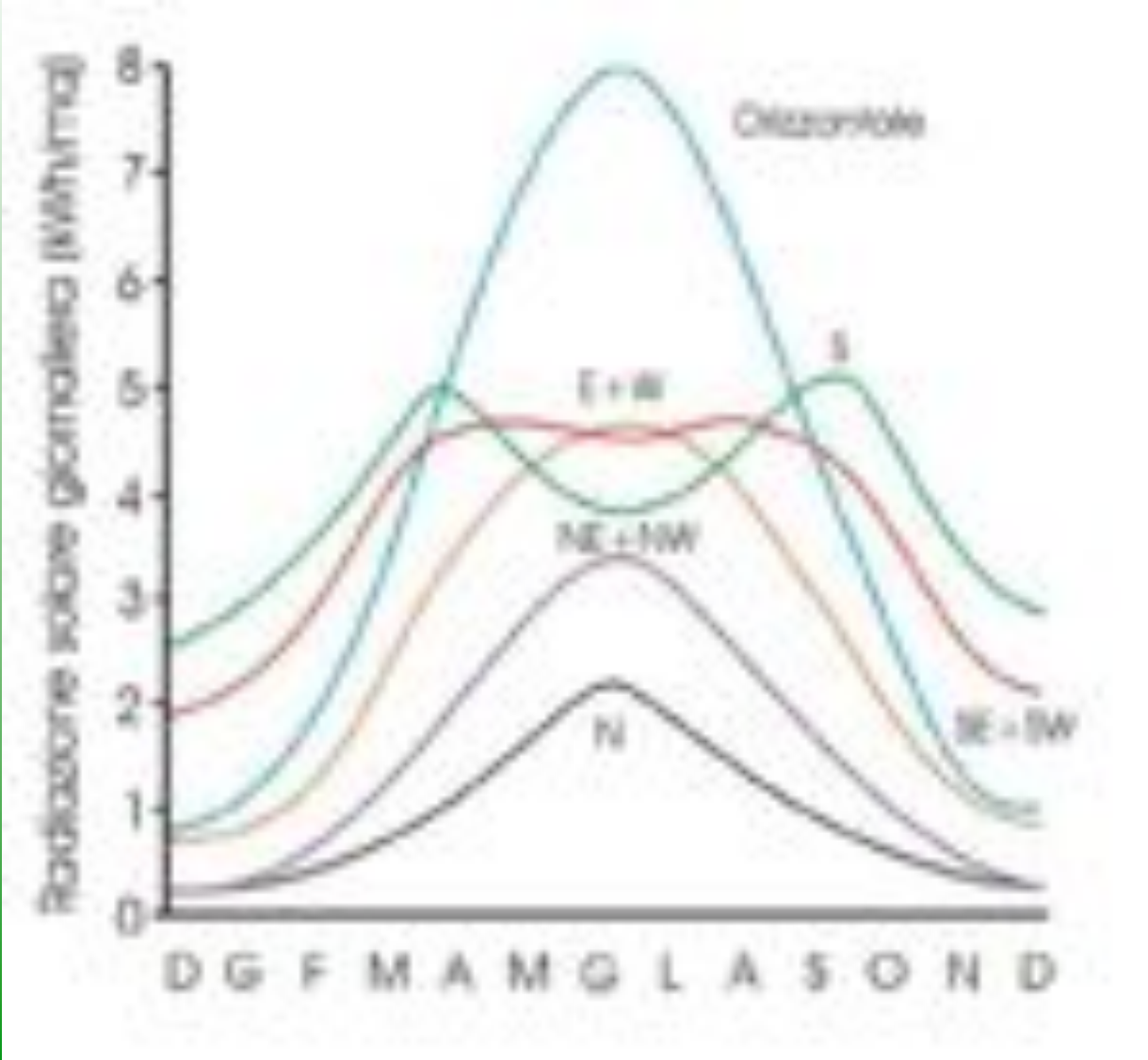
Area climatica
Caldo arida



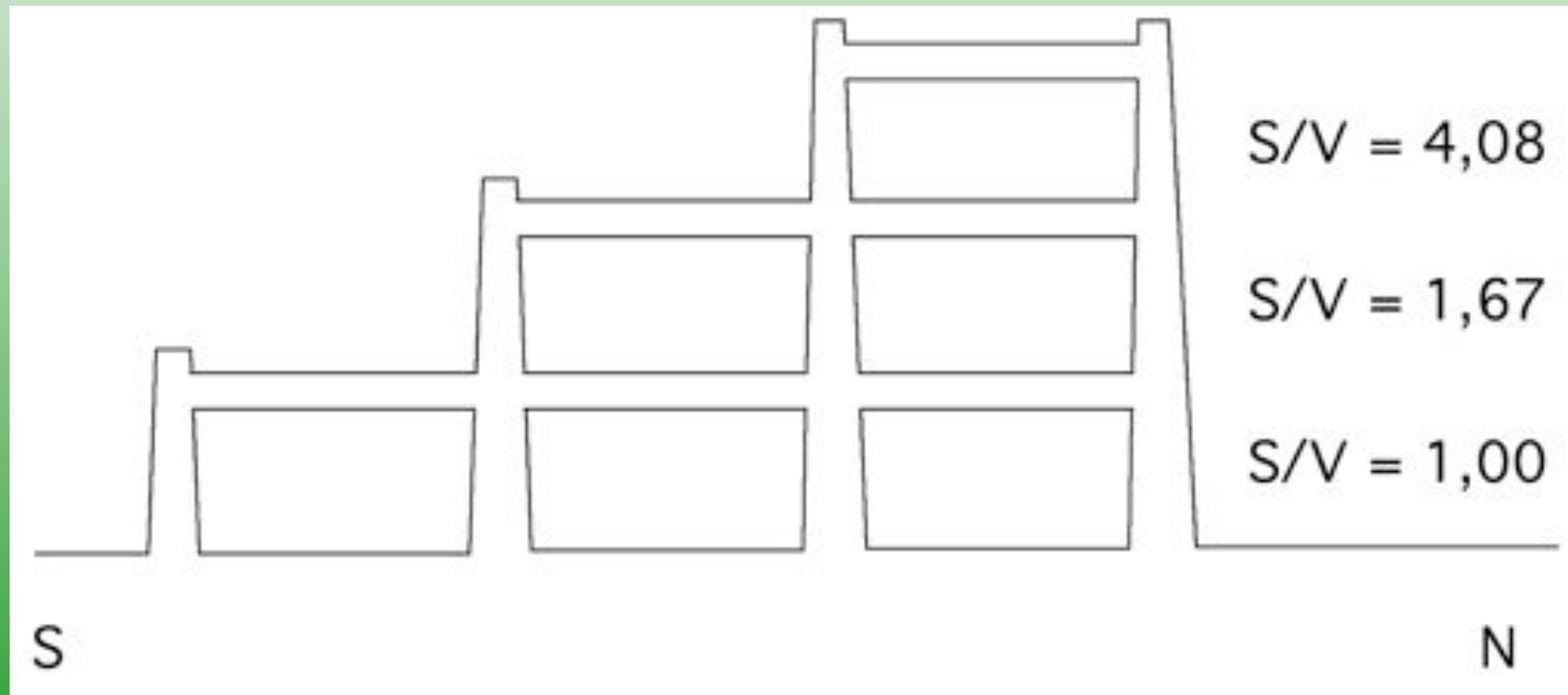
COMPONENTI DELLA FORMA : orientamento



Distribuzione della radiazione solare per orientamento



COMPONENTI DELLA FORMA : configurazione (shape)



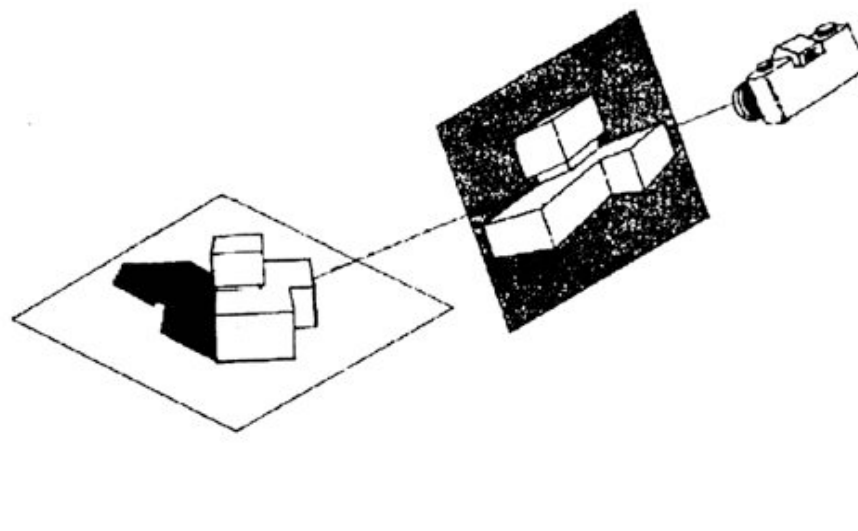
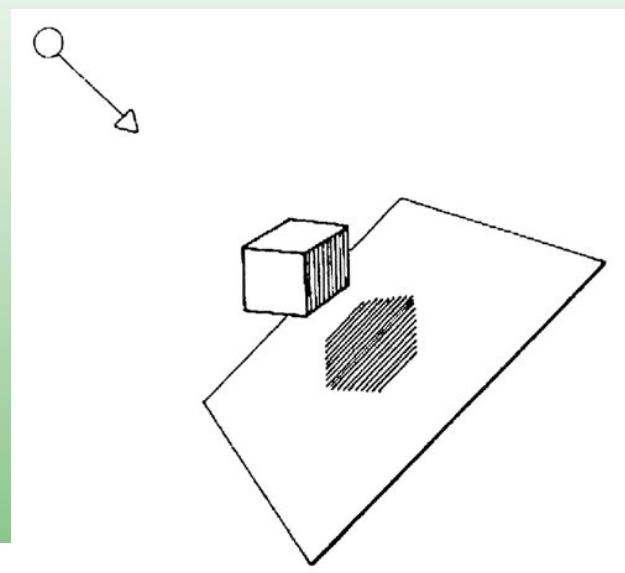
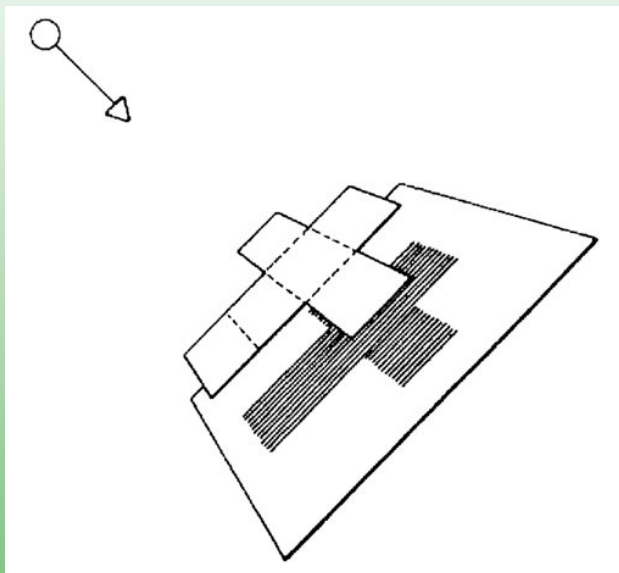


Pueblo di Acoma, New Mexico, USA

ARCHITETTURA ED ENERGIA: SOLARE PASSIVO

Arch. Alessandro Rogora

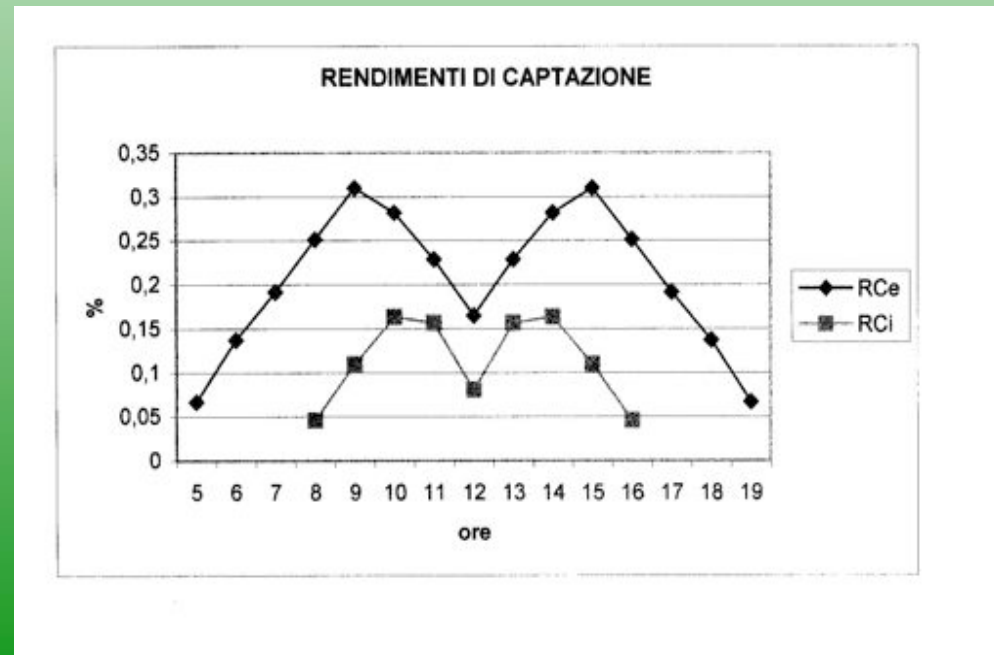
Efficienza energetica solare della forma costruita.



RENDIMENTO DI CAPTAZIONE SOLARE

$$R_{cn} = A_n / A_t$$

A_t = superficie complessiva dell'involucro compresa la superficie controterra.

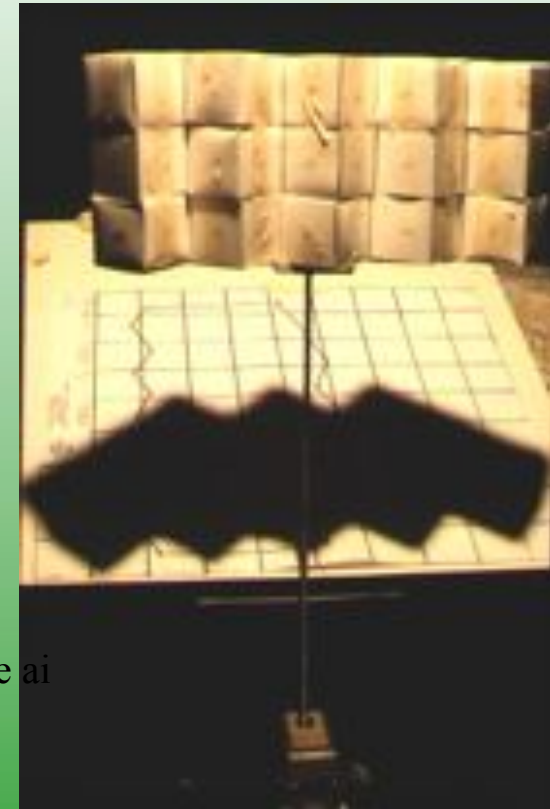
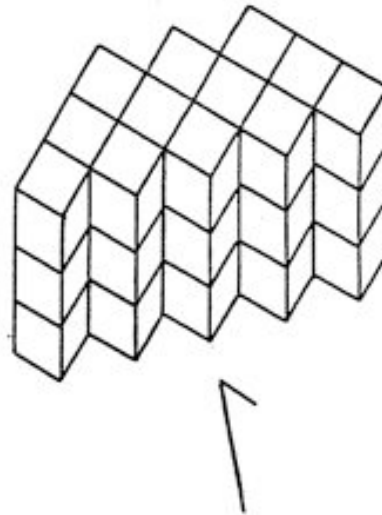
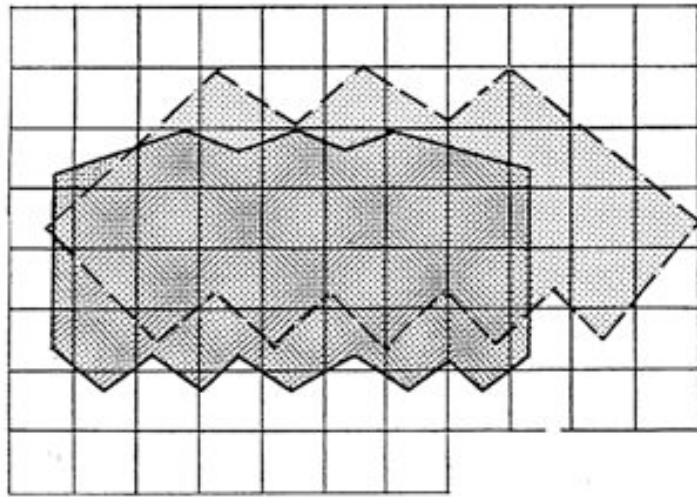


EFFICIENZA SOLARE DELLA FORMA

$$EN = R_{cn} \text{ invernale} / R_{cn} \text{ estivo}$$



ORGANISMO DI MAX EFFICIENZA SOLARE GLOBALE ($\epsilon = E_i / E_e = 1$)

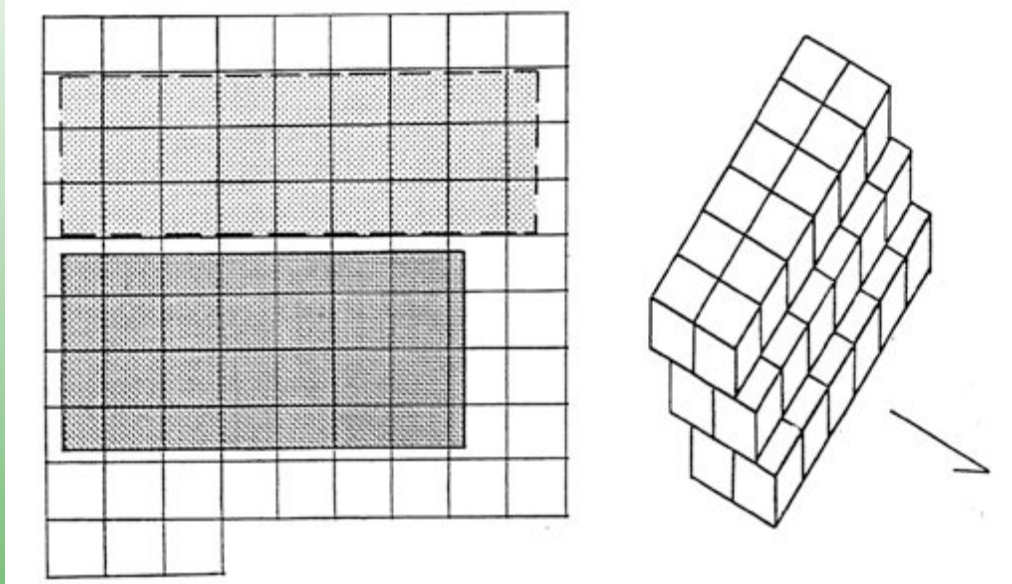


Sviluppo piano della superficie di involucro esterno disposto ortogonalmente ai raggi solari. $M = 84$ $SV = 2100/4500 = 0.46 \text{ cm}^{-1}$

Proiezione della superficie esposta al sole alle ore 12 del 21 dicembre $M = 30$
 $E_i = 30/84 = 0.35$

Proiezione della superficie esposta al sole alle ore 12 del 21 giugno $M = 30$
 $E_i = 30/84 = 0.35$

ORGANISMO DI MASSIMA EFFICIENZA SOLARE GLOBALE

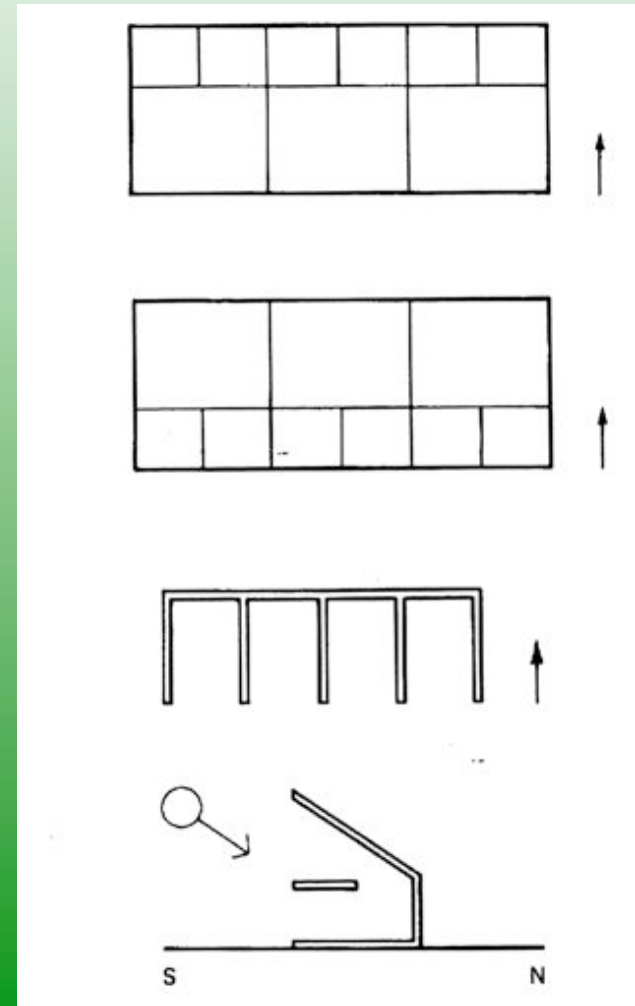
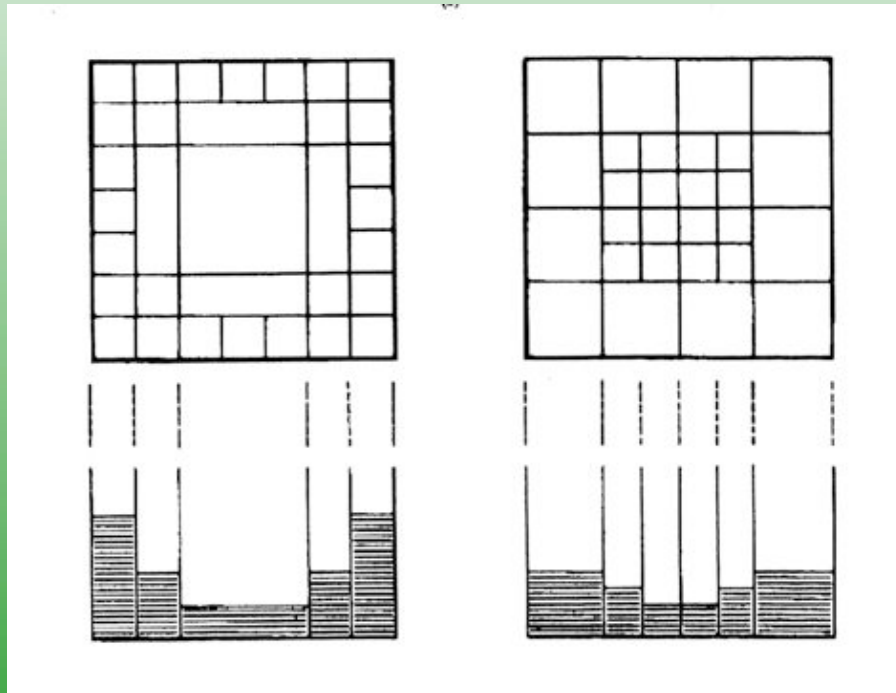


Sviluppo piano della superficie di involucro esterno disposto ortogonalmente ai raggi solari. $M = 84$ $SV = 2100/4500 = 0.46 \text{ cm}^{-1}$

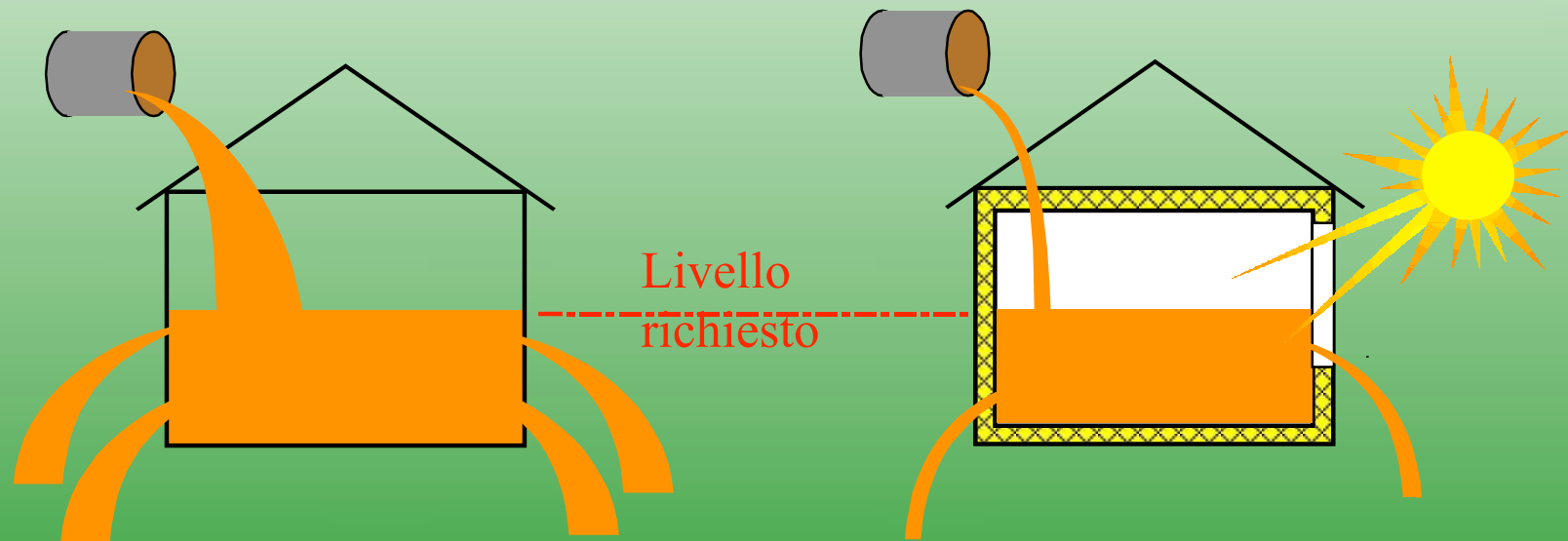
Proiezione della superficie esposta al sole alle ore 12 del 21 dicembre $M = 24$
 $E_i = 24/84 = 0.28$

Proiezione della superficie esposta al sole alle ore 12 del 21 giugno $M = 24$
 $E_i = 24/84 = 0.28$

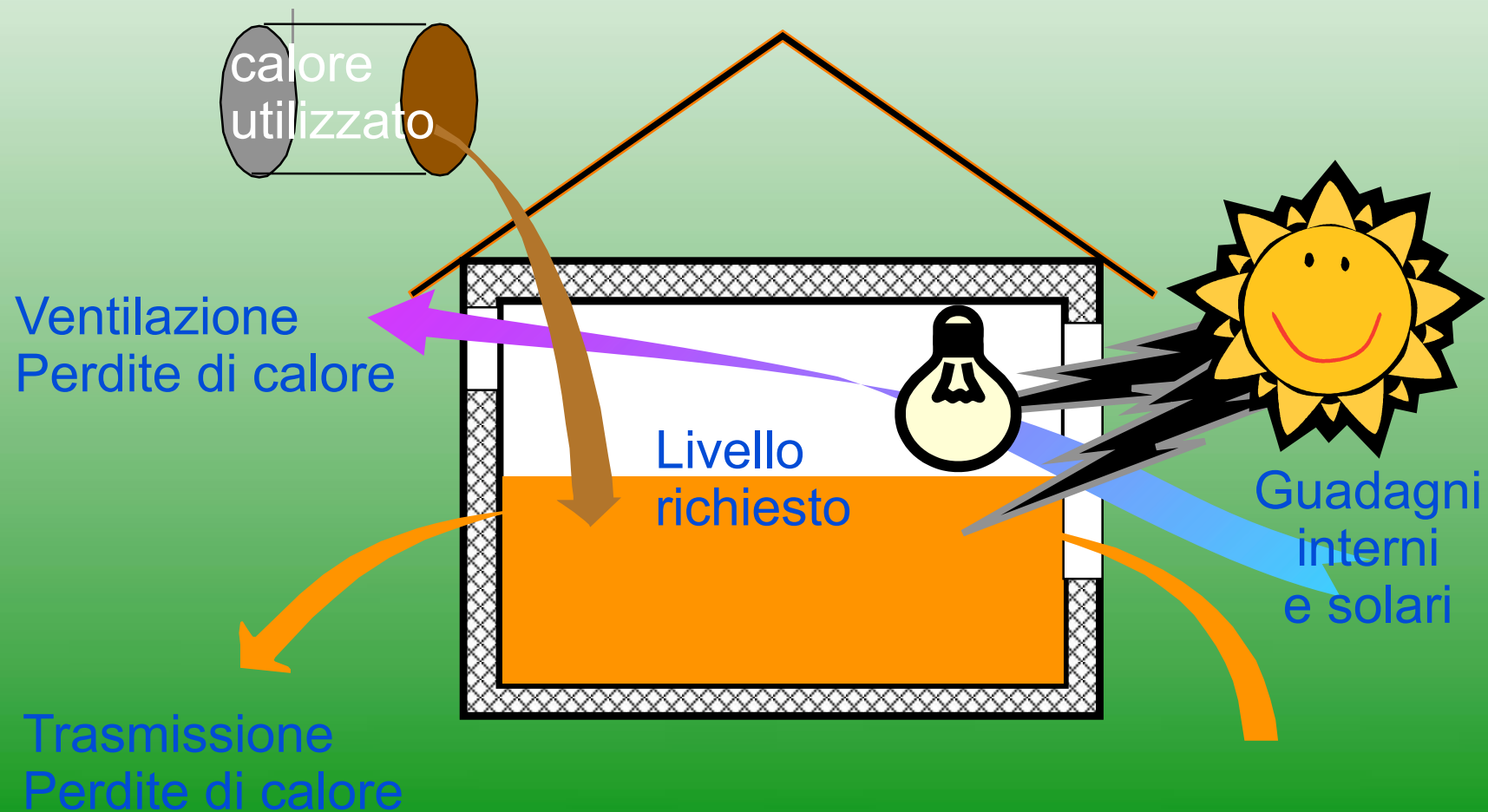
Compartimentazione



Un edificio può essere paragonato dal punto di vista energetico ad un contenitore bucato



Bilancio termico di un edificio



Bilancio termico

Perdite

- Trasmissione termica
- Ventilazione
- Acqua calda sanitaria
- Energia accumulata
- Perdite tecniche

Guadagni

- Guadagni interni
- Guadagni solari passivi
- Sistemi solari attivi
- Energia accumulata
- ENERGIA COMPRATA

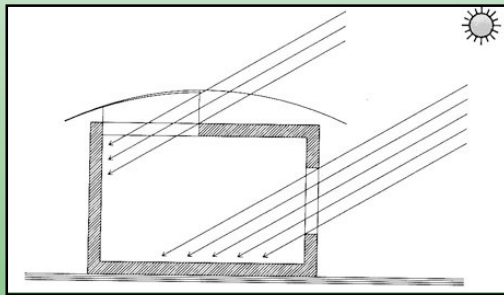
Perdite totali = Guadagni totali

I principali elementi del bilancio termico

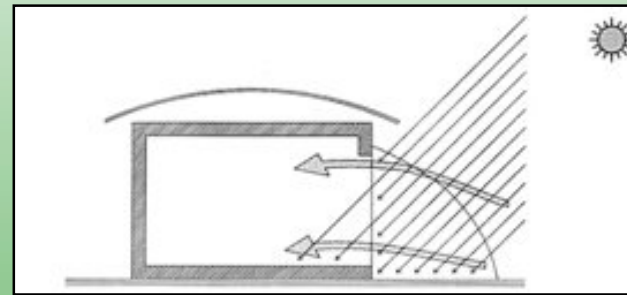


SISTEMI SPECIALI PER IL RISCALDAMENTO

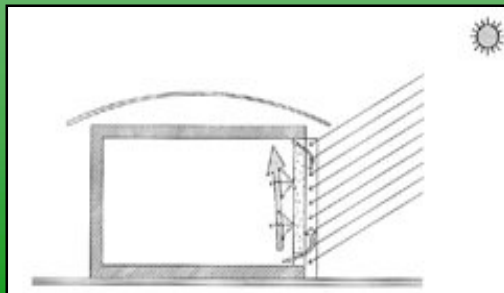
- Captazione diretta



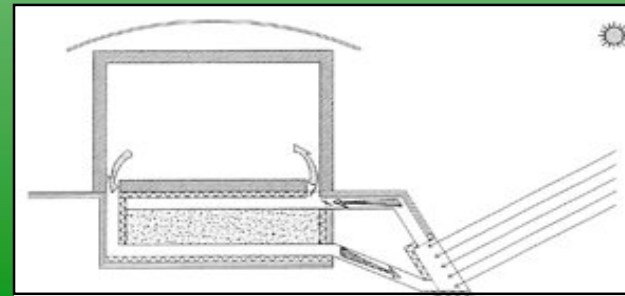
- Captazione semidiretta



- Captazione indiretta



- Captazione mediante un sistema indipendente



Sistemi a guadagno diretto

Il sistema a guadagno diretto è il più semplice ed è costituito da un edificio ben isolato con ampie finestre rivolte a sud.

Le finestre permettono la trasmissione della radiazione solare invernale, incidente con bassa angolazione.

In estate l'elevata altezza del sole riduce l'insolazione trasmessa, mentre una sporgenza può anche escluderla completamente.

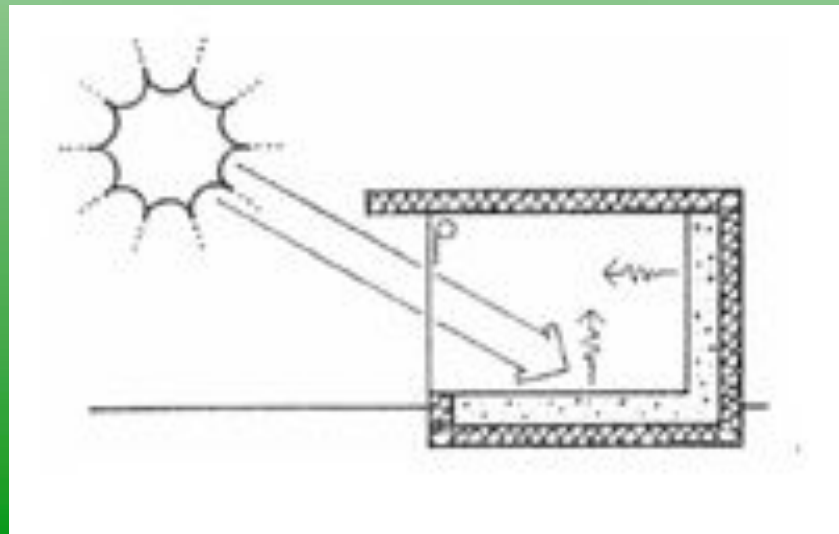
L'edificio necessita di una massa termica per accumulare il calore durante il giorno e riemetterlo durante la notte.

Descrizione:

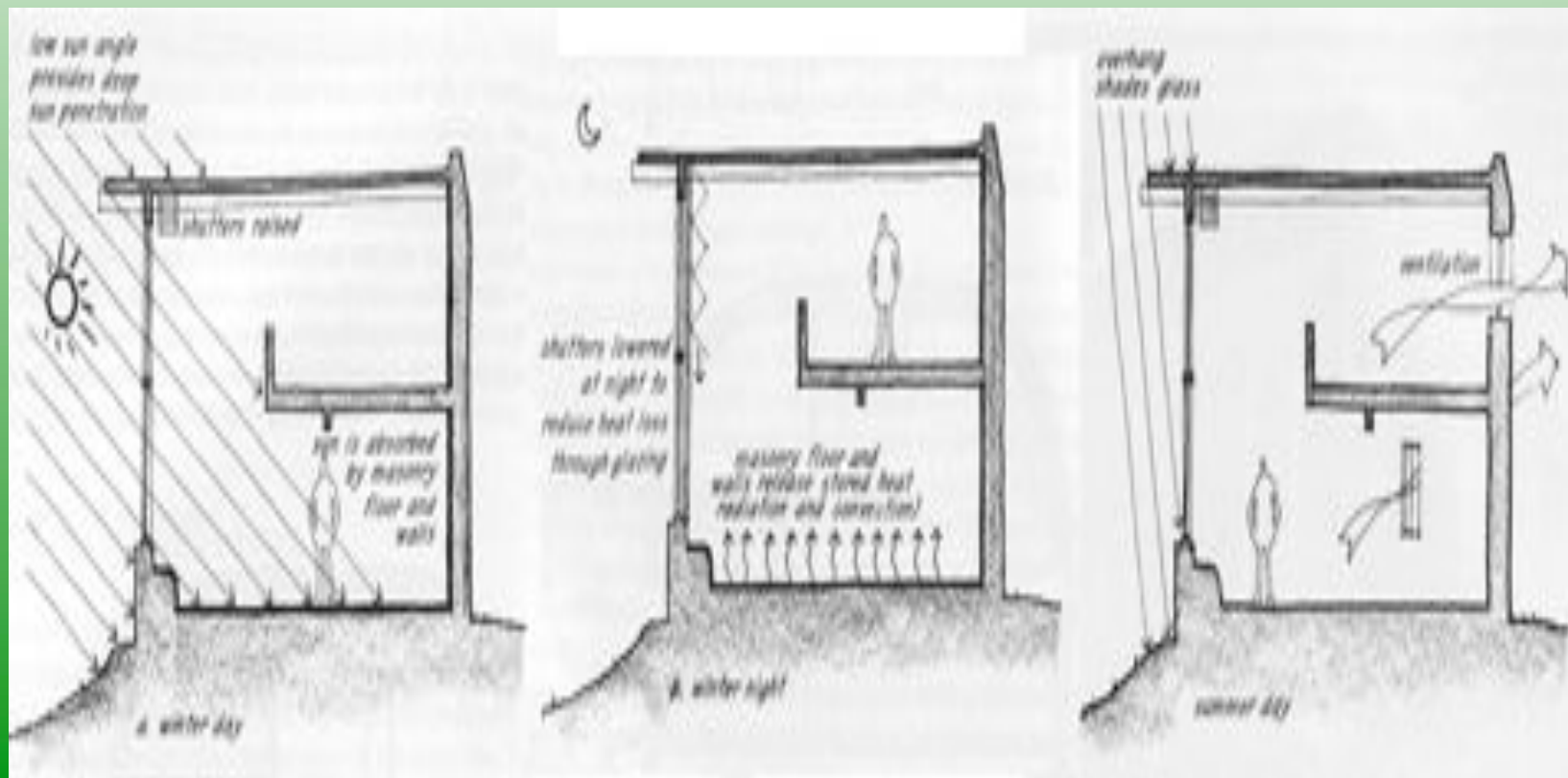
Il concetto di guadagno diretto è la soluzione più comune per un edificio solare passivo.

La radiazione solare entra nello spazio abitato e cade sulla massa dell'accumulo termico.

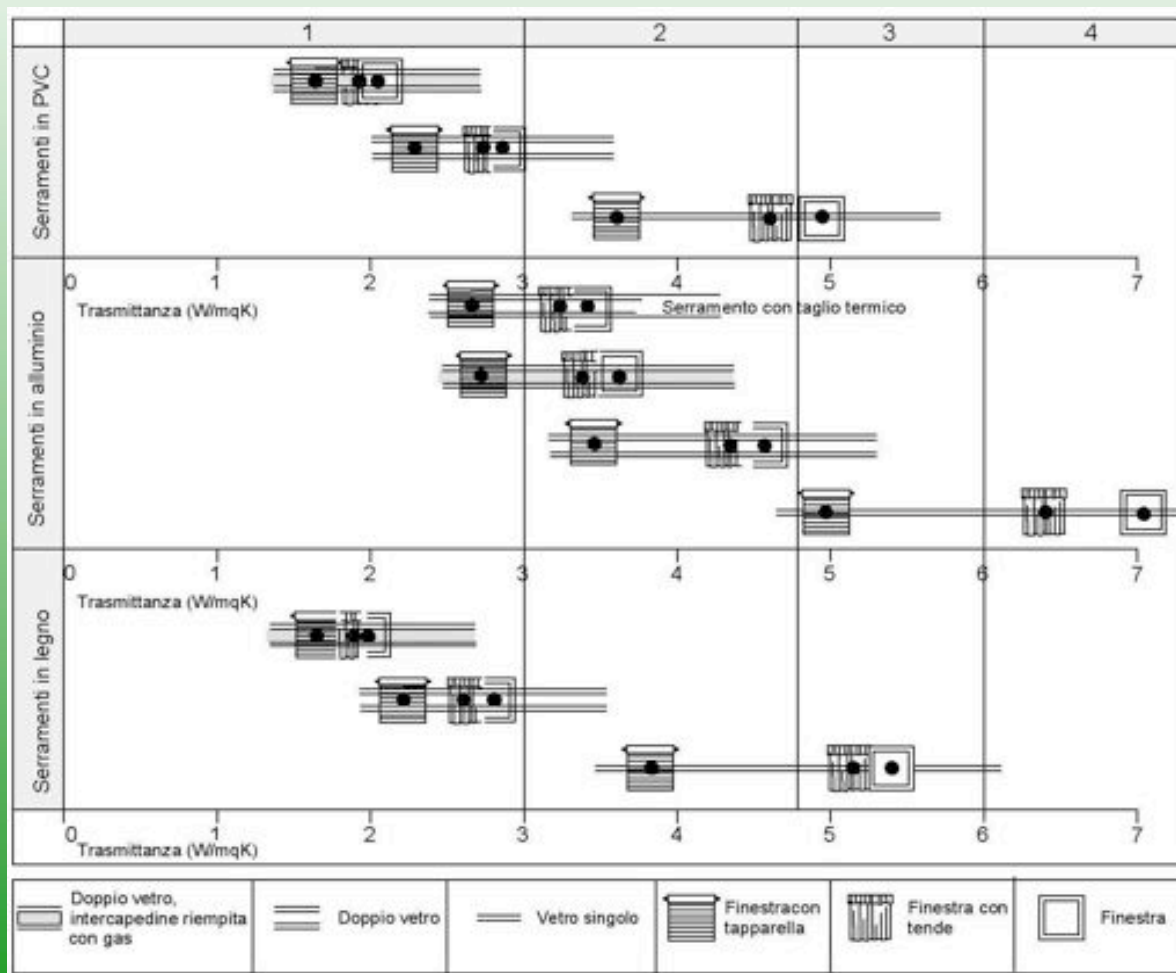
In questo modo lo spazio abitato, avendo raccolto ed accumulato l'energia solare, si comporta come un collettore.



Il sistema a guadagno diretto sfrutta la geometria solare per assicurare il raggiungimento della massa termica da parte del sole in inverno, e impedire il loro ingresso all'interno dell'edificio durante i mesi in cui si vuole perseguire il raffrescamento come obiettivo primario.



PRESTAZIONI TERMICHE FINESTRE

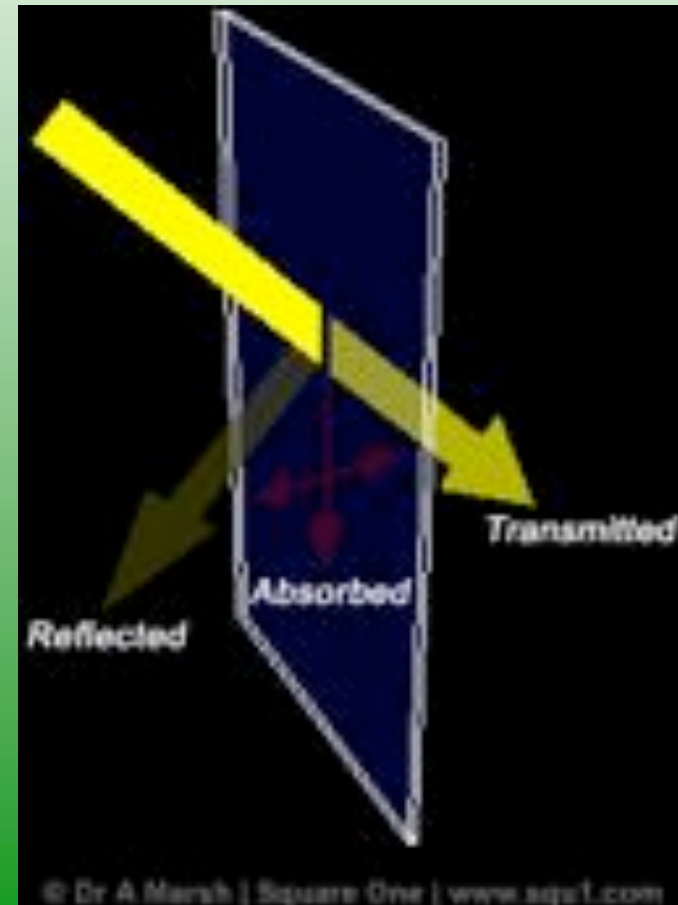


Valori medi di trasmittanza in configurazioni diverse

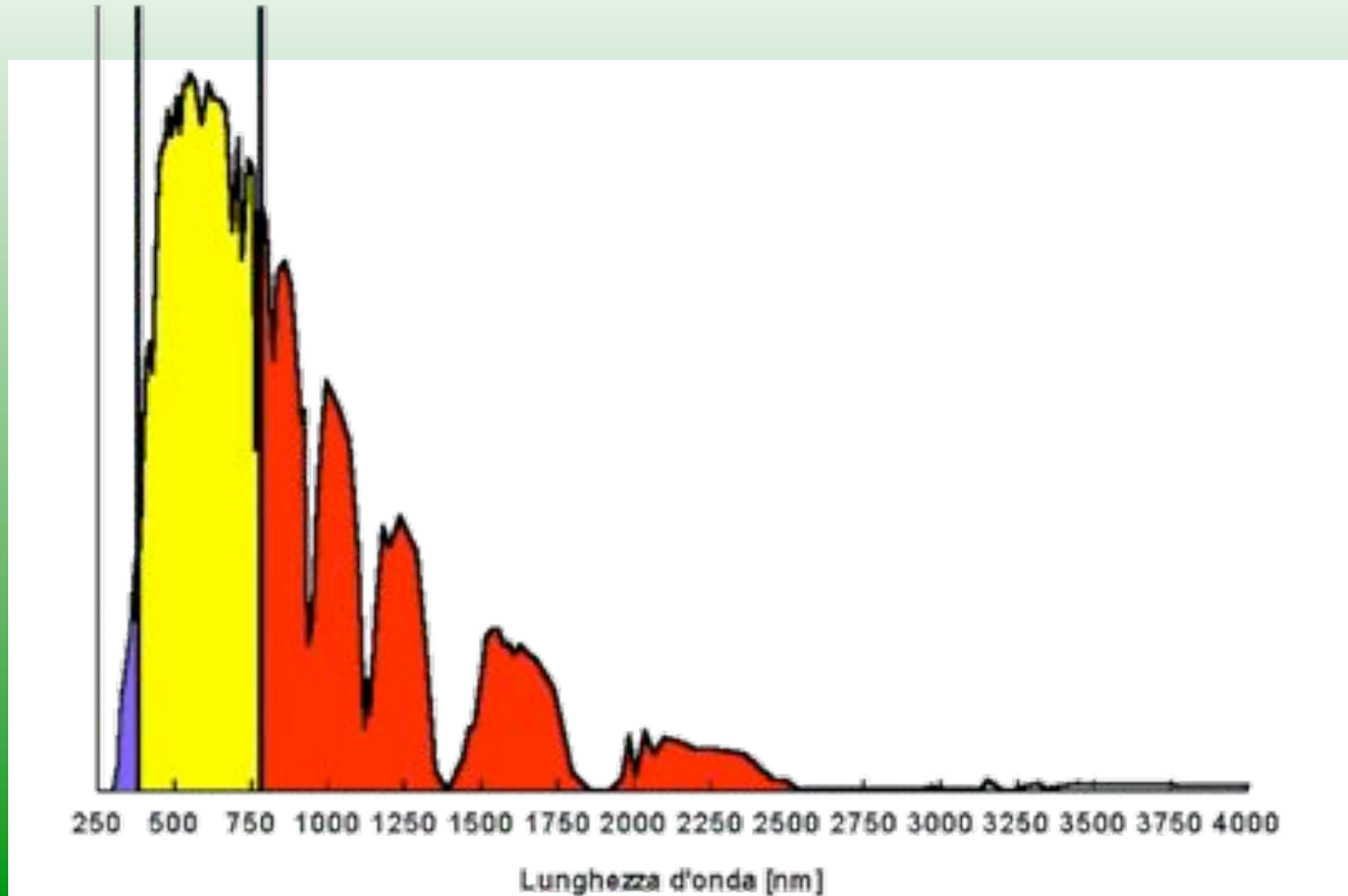
La radiazione solare ed il vetro

Quando la radiazione solare incide su un materiale trasparente...

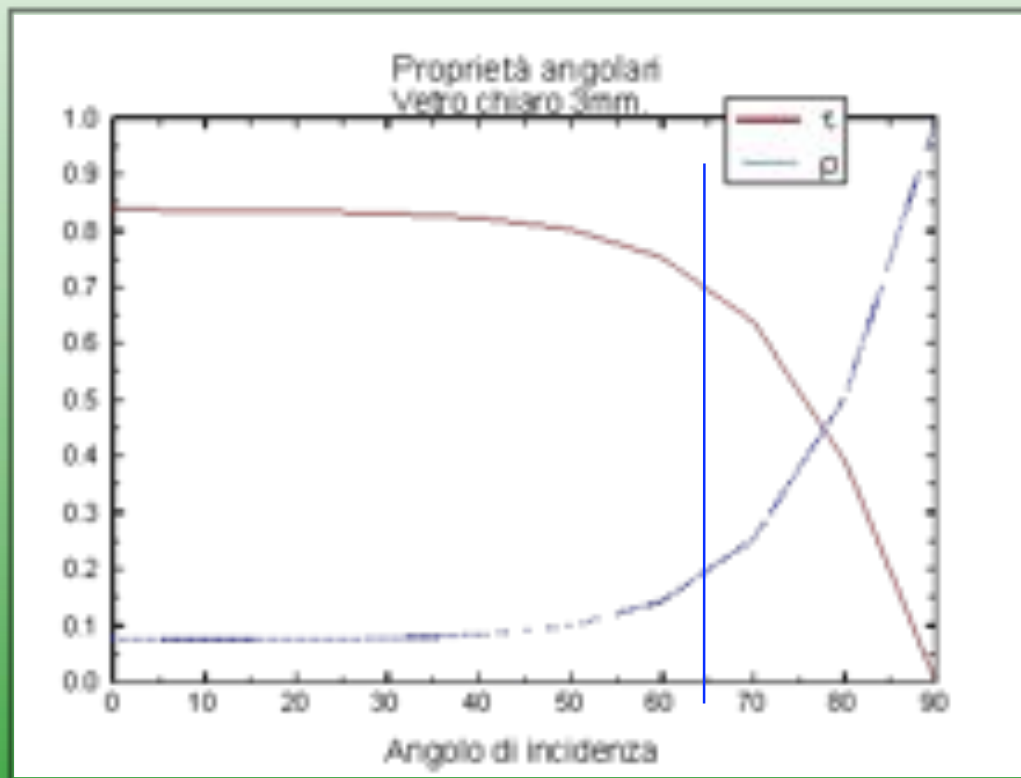
- una parte viene *riflessa* e,
- una parte di essa viene *assorbita*, e successivamente riemessa
- una parte viene *trasmessa* in funzione di parametri che riguardano la natura del materiale stesso e le caratteristiche della radiazione, come la distribuzione spettrale e l'angolo d'incidenza.



La radiazione solare al suolo



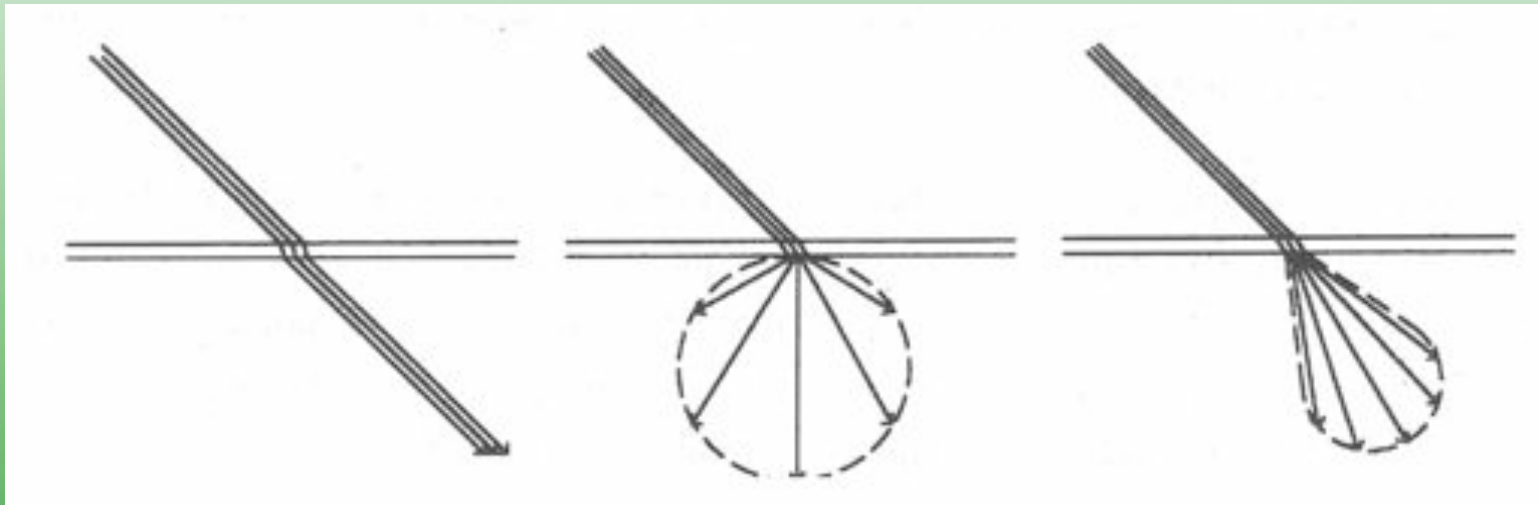
Le proprietà ottiche del vetro chiaro



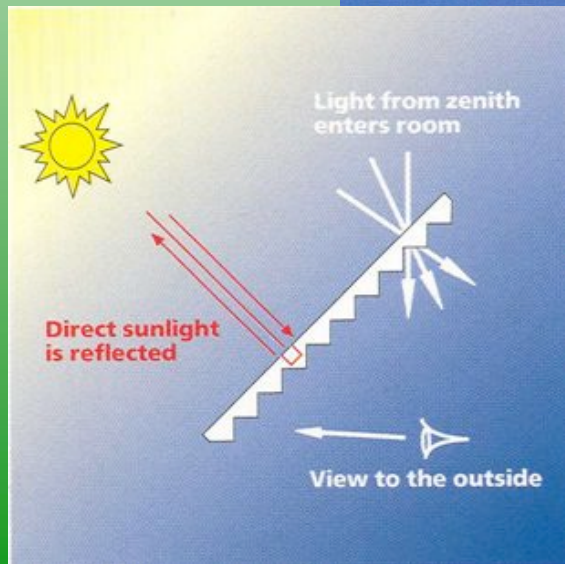
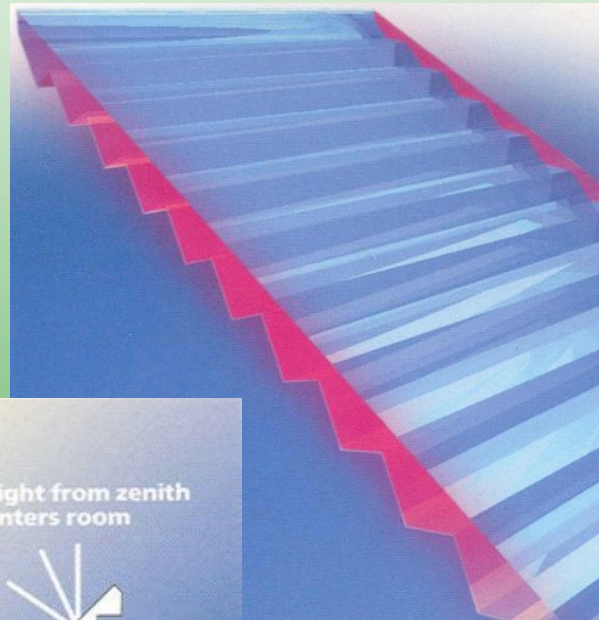
Si può notare che per angoli fino ai 45° i valori sono stabili, tra i 45° ed i 65° diminuiscono e dopo tale angolo limite le variazioni rispetto al valore ad incidenza normale risultano significativamente diversi.

Comportamento angolare della trasmittanza e riflettanza solare di un vetro chiaro.

Ottica geometrica



Ottica geometrica



Altezza solare nelle ore centrali della giornata

Altezza del sole alle ore 12 (solari) nei diversi periodi dell'anno:

$h = (90 - \text{Lat})$ \Rightarrow altezza giorno di equinozio

$h = (90 - \text{Lat}) + 23^\circ 30'$ \Rightarrow altezza giorno di solstizio estivo

$h = (90 - \text{Lat}) - 23^\circ 30'$ \Rightarrow altezza giorno di solstizio invernale

Requisiti:

I requisiti base di un sistema a guadagno diretto sono:

- un'ampia superficie vetrata rivolta a sud e in comunicazione diretta con lo spazio abitato. Un criterio di buona pratica prevederebbe una superficie vetrata pari al 7% dell'area del pavimento per edifici non massivi, 13% per edifici a pareti massive;
- una massa termica esposta nel soffitto e/o nel pavimento e/o nelle pareti con area e capacità termica opportunamente dimensionate e posizionate per l'esposizione alla radiazione solare e per l'accumulo;
- un isolamento della massa termica localizzato all'esterno.

Molti edifici moderni hanno grandi vetrate rivolte a sud, ma la mancanza di un accumulo termico impedisce di sfruttare completamente il loro guadagno solare.

Pre-dimensionamento sistemi passivi a guadagno diretto

Testerna	Latit.	36°	40°	44°	48°
-7		24	25	29	31 **
-4		22	23	25	28 **
-1		19	20	22	24
+2		16	17	19	21
+5		13	14	16	17
+7		10	11	12	13
+6		11 *	12 *		
+8		9 *	10 *		
+10		7 *	8 *		
+12		6 *	7 *		

** con isolamento notturno della vetrata * con vetro singolo

Rapporto (percentuale) tra la superficie della finestra e il pavimento in funzione della latitudine e delle temperature medie del mese più freddo

Varianti:

Oltre questi requisiti base, esiste una serie di varianti. Le varianti più comuni riguardano la scelta e il posizionamento dei materiali della massa termica.

L'accumulo primario può avere varie configurazioni: a pavimento o come massa libera all'interno del locale, a soffitto o come parete interna o esterna.

I materiali utilizzati per la massa termica possono variare dal calcestruzzo ai mattoni all'acqua e/o altri liquidi, scelti singolarmente o in varie combinazioni.



Il pavimento grigio ed il muro in mattoni di colori bianchi hanno la funzione di accumulare il calore che entra nell'edificio attraverso la radiazione solare. In questo caso l'accumulo viene realizzato principalmente a pavimento (più usuale).

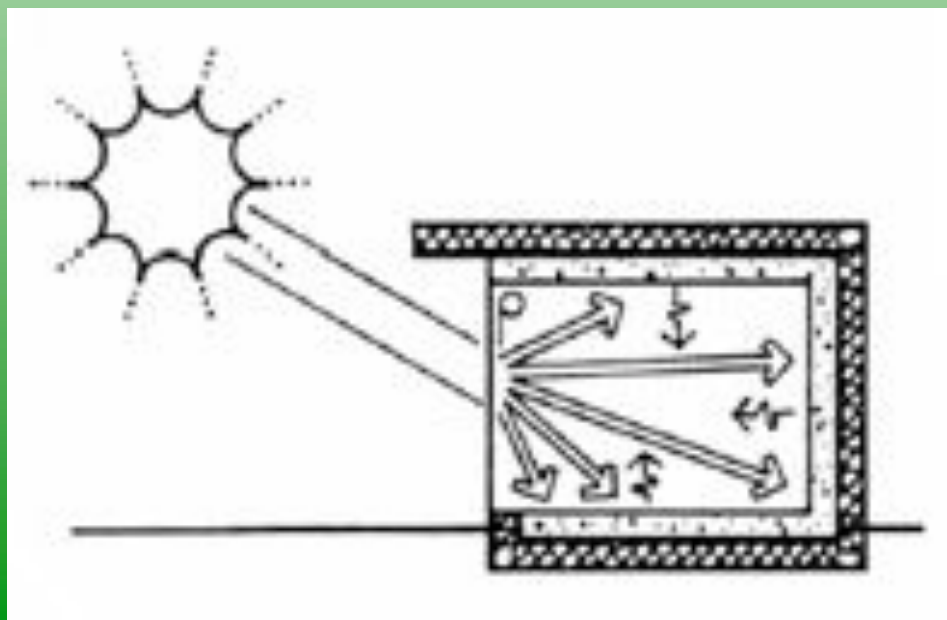


ARCHITETTURA ED ENERGIA: SOLARE PASSIVO

Arch. Alessandro Rogora

Rispetto al caso precedente anche in questo caso vi è una vetrata rivolta a sud, ma i due casi differiscono per il modo con cui la luce solare viene distribuita quando penetra nell'edificio.

Uno consente alla radiazione solare di colpire un'area concentrata di massa termica e l'altro diffonde o riflette la luce solare in modo da distribuirla su una più ampia area di massa termica.



L'uso di vetri diffusori, tendine o della riflessione tramite superfici di colore chiaro, ha l'effetto di diffondere la radiazione solare ovunque attraverso il locale.

Controlli:

L'adozione di opportuni controlli per i sistemi solari passivi diventa necessario se si vuole combinare efficienza e utilità.

L'ampia superficie vetrata richiesta dagli edifici a guadagno diretto può produrre variazioni di temperatura intollerabili all'interno del locale abitato:

disponendo di un sufficiente accumulo termico, per assorbire e stoccare l'energia in eccesso, si moderano queste fluttuazioni.

Per prevenire il surriscaldamento sono richiesti sistemi di schermatura ESTERNI della superficie vetrata.

In estate un tetto esterno costituisce uno schermo adeguato, data la maggiore altezza del sole, mentre la ventilazione dei locali interni può ridurre l'eccessiva temperatura dell'aria.

Per evitare perdite di calore in inverno o di notte è necessario isolare la superficie vetrata:

possono avere la loro efficacia pannelli mobili isolanti, tende o serrande. Senza queste considerazioni sui controlli, un sistema passivo può produrre condizioni di disagio causate dalle perdite di calore in inverno o dal surriscaldamento nelle altre stagioni.

Vantaggi:

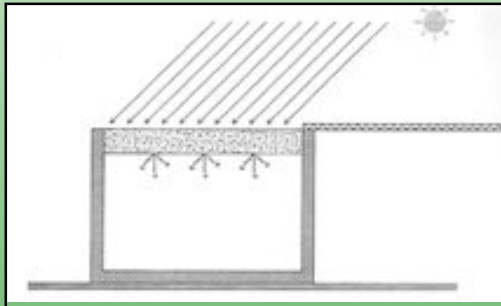
- **il guadagno diretto è il più semplice sistema di riscaldamento solare e quindi il più facile da realizzare. In molti casi lo si ottiene semplicemente ridistribuendo le finestre;**
- **l'ampia superficie vetrata non consente soltanto l'ingresso di un'elevata quantità di radiazione solare per il riscaldamento, ma permette di ottenere un elevato standard di illuminazione naturale assieme ad un migliore rapporto visuale con l'esterno;**
- **il materiale per le vetrate è ben conosciuto e di basso costo, oltre che facilmente reperibile;**
- **il sistema può essere considerato uno dei metodi meno dispendiosi per il riscaldamento solare degli ambienti.**

Difetti:

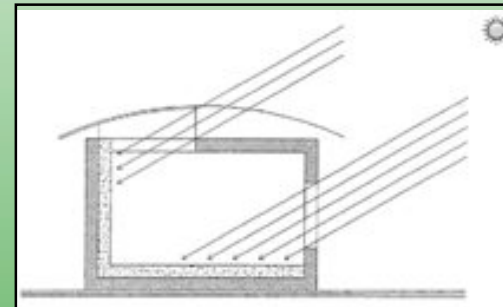
- **grandi aree vetrate possono produrre abbagliamento di giorno e una perdita di privacy di notte;**
- **la radiazione ultravioletta contenuta nella radiazione solare può degradare tessuti e fotografie;**
- **per raggiungere un elevato risparmio energetico sono necessarie ampie superfici vetrate e quindi grandi masse termiche per attenuare le variazioni di temperatura: queste masse possono essere costose, soprattutto se non hanno funzioni strutturali;**
- **anche con una massa termica adeguata si possono avere fluttuazioni della temperatura diurna intorno ai 10°C;**
- **l'isolamento notturno dell'apertura solare è sicuramente necessario per i climi più freddi e questo può risultare costoso e difficoltoso.**

SISTEMI DI ACCUMULO

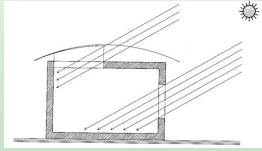
- Sistemi di accumulo nella copertura



- Sistemi di accumulo interni



Asilo nido a Meggiano (PD)

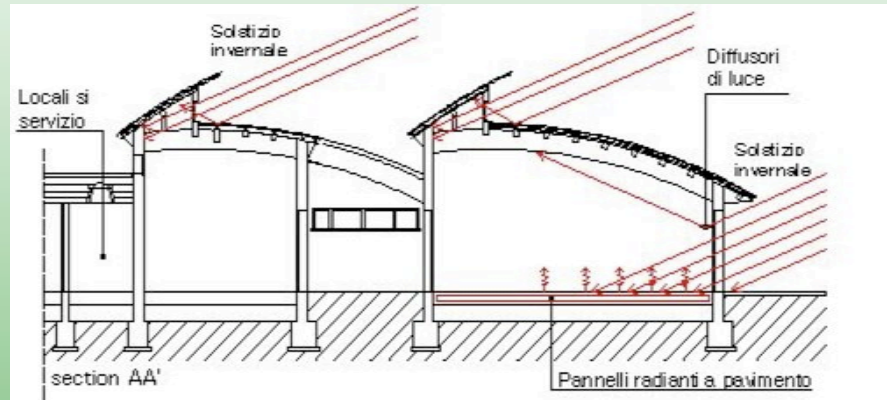


Progettista:
arch. G. Salsini,
arch. P. Rava,
arch. S. Delli

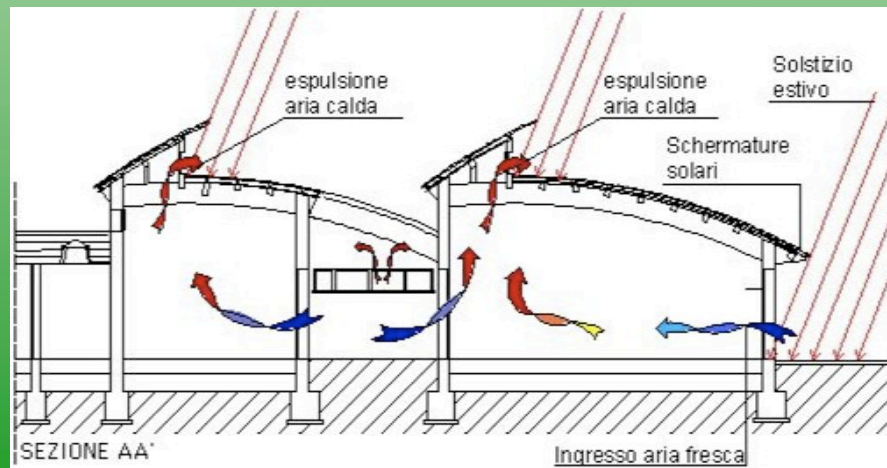
*consulenza
bioclimatica:* **Atelier
Rogora**

Luogo: **Meggiano,
(PD) Italia**

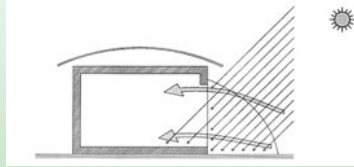
Anno:
2001



Schema del funzionamento ambientale in inverno



Schema del funzionamento ambientale in estate



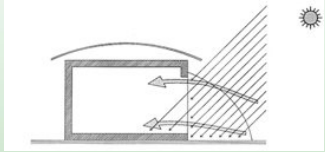
Abitazioni sociali ad Holdstrasse

Progettista:
T. Herzog

Luogo:
Linz, Austria



Vista esterna

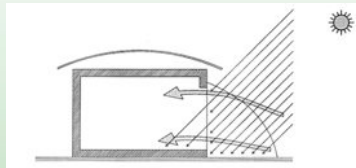


Particolare delle serre



Vista del quartiere

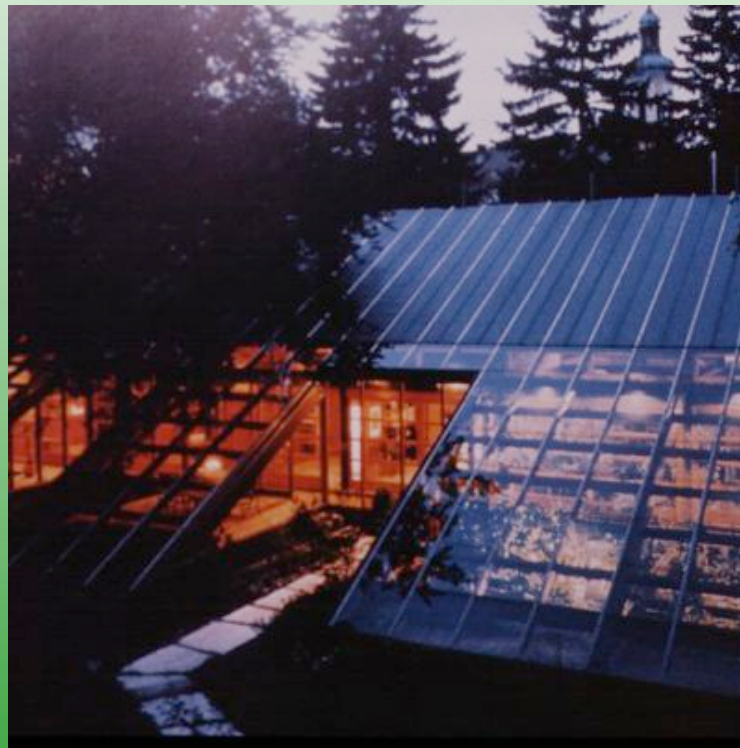
Casa a Rogensburg



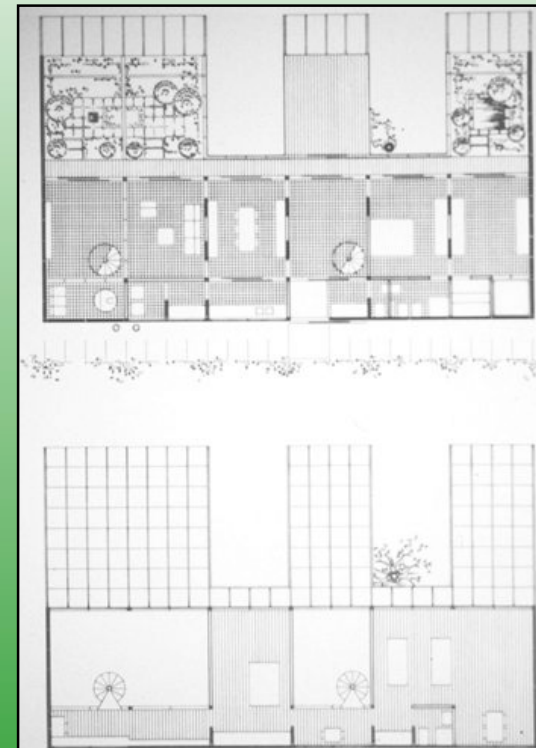
Progettista:
Thomas Herzog

Luogo:
**Monaco
Germania**

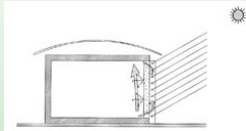
Anno:
1977-1979



Vista esterna della casa



Pianta



Abitazioni ad Alpugnano

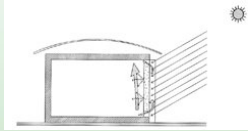
Progettista:
UPSE

Luogo:
**Alpugnano, (TO)
Italia**

Anno:
1980



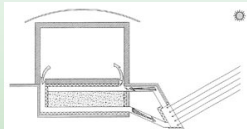
Vista esterna



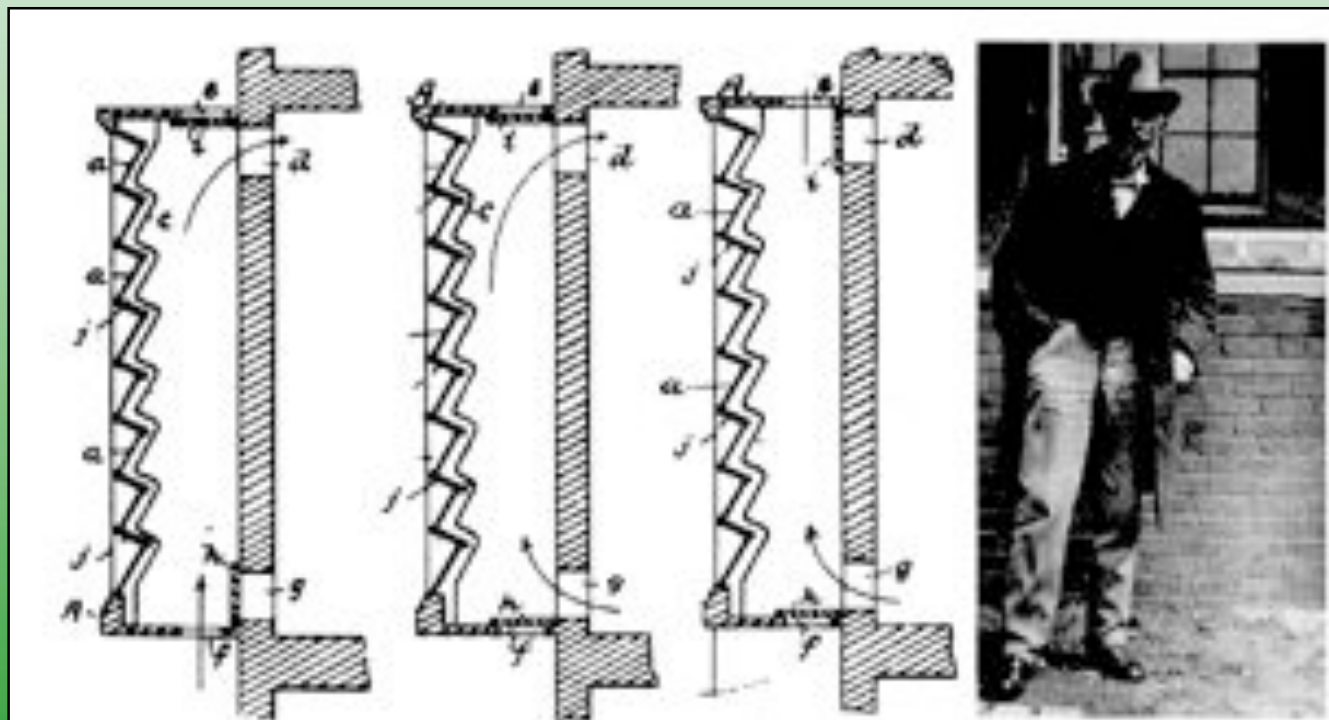
Particolare della parete trombe



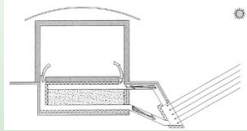
Sistemi solari ad aria



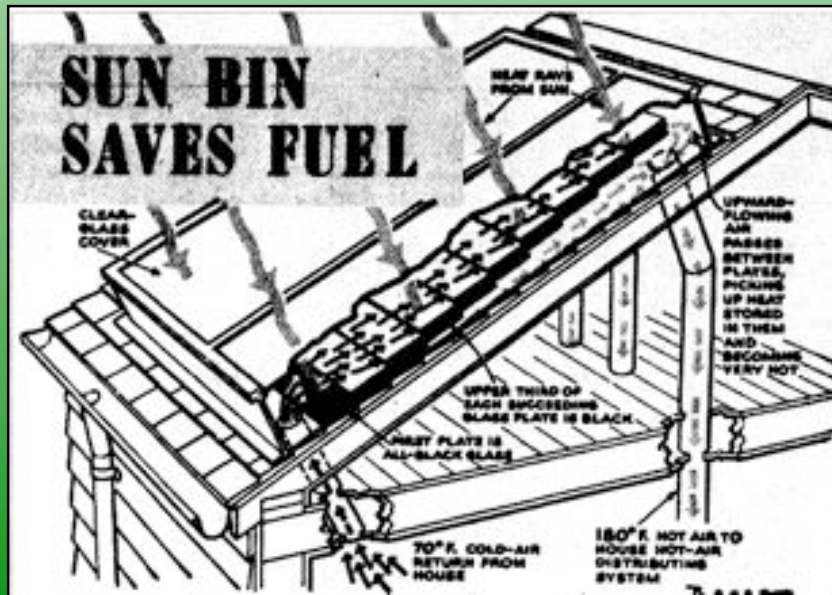
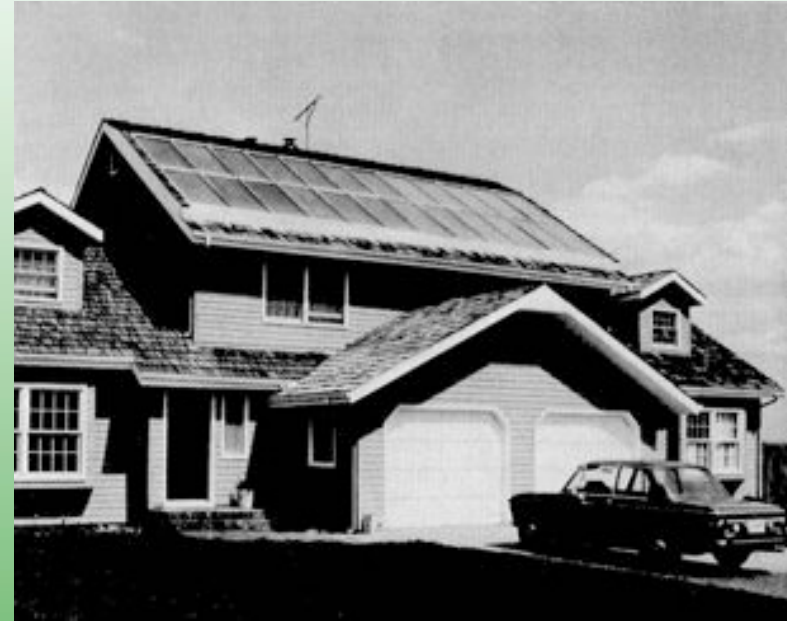
Sistemi solari ad aria: cenni storici



Prototipo del collettore Morse costruito negli USA nel 1881



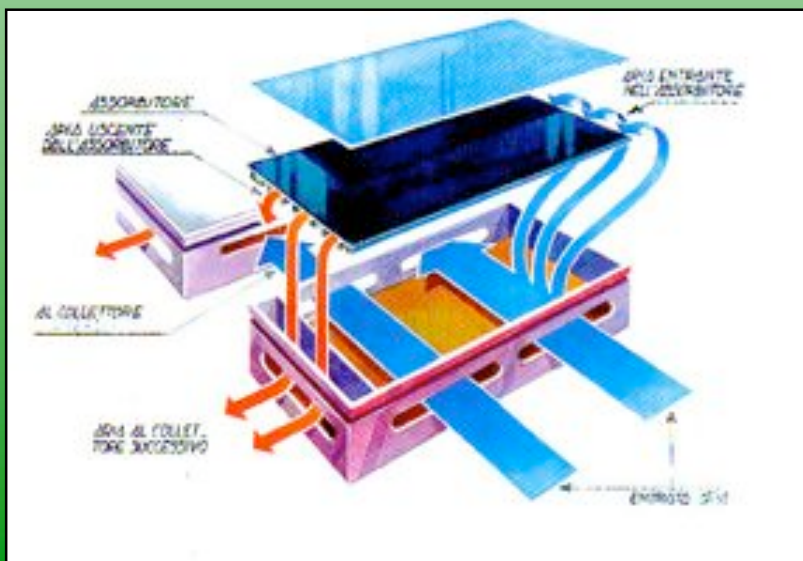
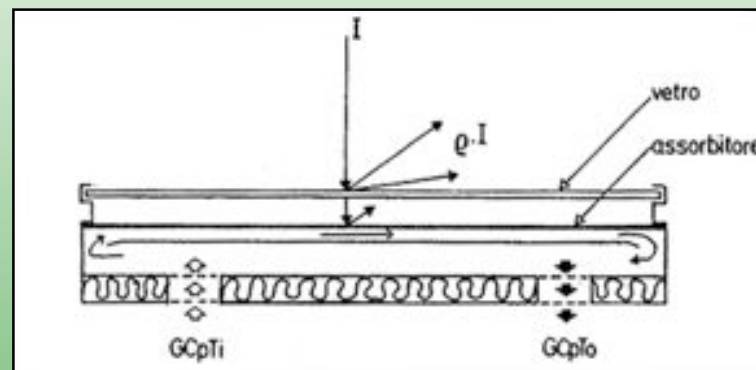
Casa con collettori ad aria
“Solarom” costruita a Fort
Collins, Colorado, nel 1957



Casa con impianto solare ad
aria costruita da Lof in Colorado
dopo la 2° guerra

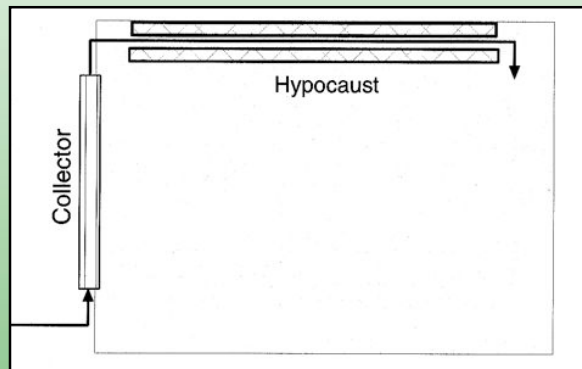
Contesto attuale dei sistemi

Schema di collettore solare ad aria opaco

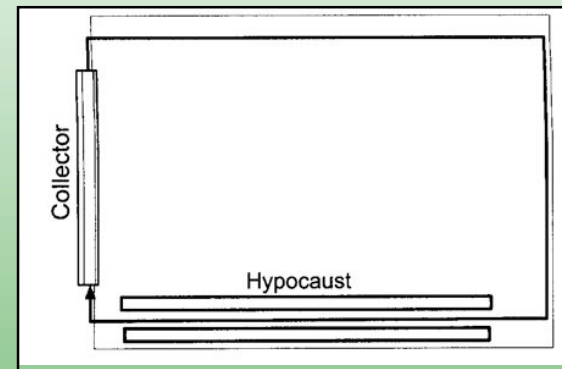


Schema di collettore ad aria trasparente (finestra collettore)

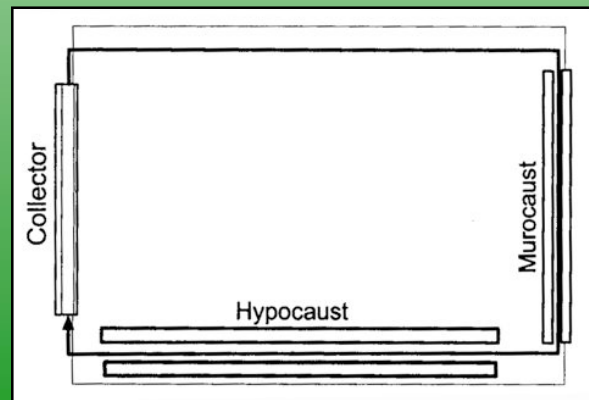
Sistemi di accumulo



Sistema 1



sistema 4



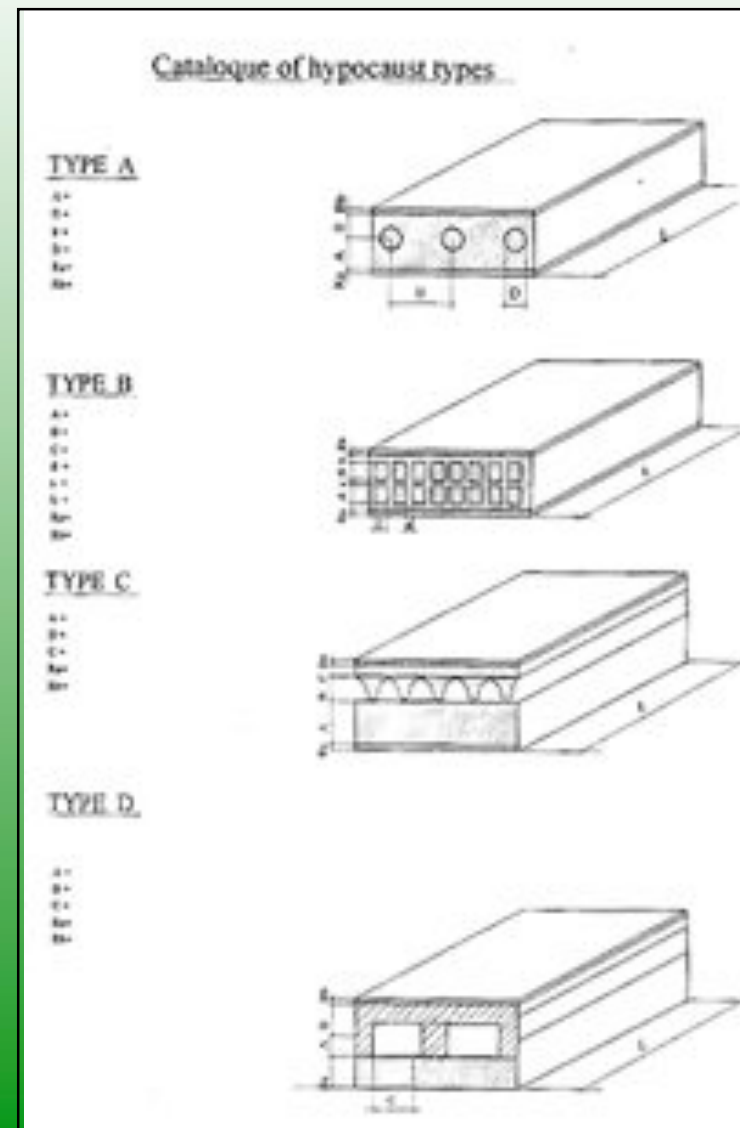
Loop chiuso

Sistemi ad accumulo ad ipocausto o a soffitto integrati nelle strutture orizzontali:

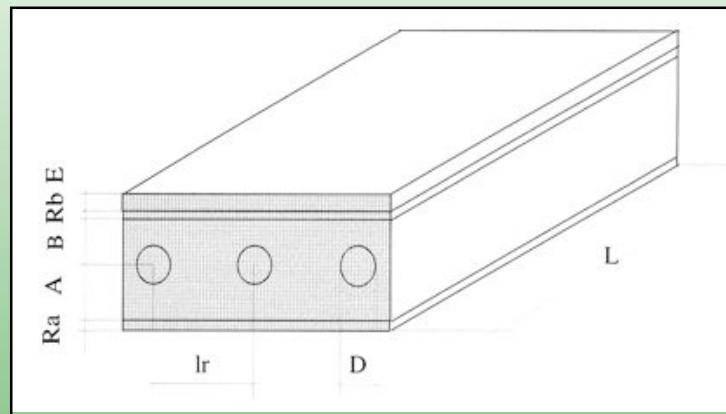
1. Tipo A solaio REP
2. Tipo B con travetti e pignatte
3. Tipo C con soletta cava per plenum d'aria
4. tipo D Predalle modificato



Esempio di realizzazione di solaio termico (Tipo D)



Sistema di accumulo: Tipo A



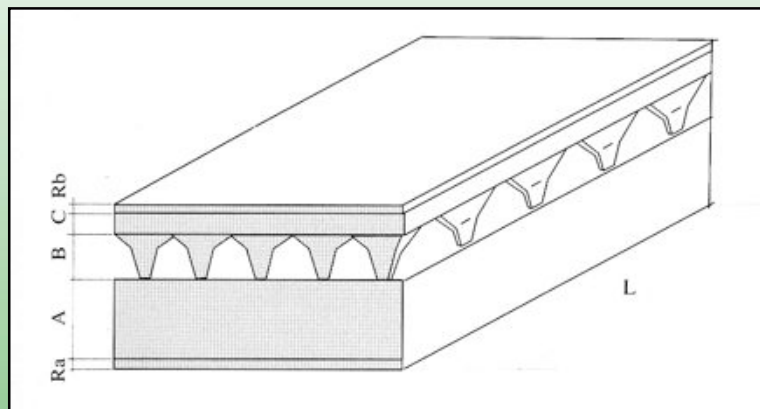
Material	Density ρ (kg/m ³)	Conductivity λ (W/m ² K)	Specific heat c_p (J/kgK)	$\rho \times c_p$
Concrete (<i>E</i>)	2200	1.5	1100	2,420,000
Insulation (<i>Rb</i> , <i>Ra</i>)	60	0.04	600	36,000
Concrete (<i>A</i> , <i>B</i>)	2400	1.8	1100	2,640,000
Air channel (<i>D</i>)	1.1	0.2	1000	1,196

**Proprietà dei materiali
utilizzati**

Name	Short name	<i>E</i> (cm)	<i>Rb</i> (cm)	<i>A</i> (cm)	<i>B</i> (cm)	<i>Ra</i> (cm)	<i>D</i> (cm)	<i>lr</i> (cm)
A1111111	A1	0	0	10	10	0	7.6	40
A1111122	A2	0	0	10	10	0	10	70
A2322333	A3	6	4	15	15	15	15	100
A1111223	A4	0	0	10	10	0	10	100
A2322231	A5	6	4	15	15	15	15	40

Dimensioni

Sistema di accumulo: Tipo C



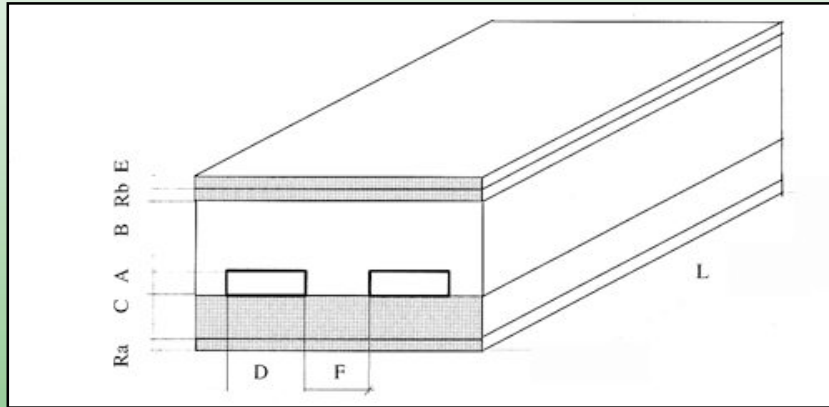
Material	Density ρ (kg/m ³)	Conductivity λ (W/m ² K)	Specific heat c_p (J/kgK)	$\rho \times c_p$
Floor covering (Rb^*)	1400	0.22	1470	2,058,000
Floor covering (Rb^{**})	800	0.12	1470	1,176,000
Hypocaust (C)	2200	1.2	1100	2,420,000
Insulation (Ra)	60	0.04	600	36,000
Concrete (A)	2400	1.8	1100	2,640,000
Air channel (B)	1.19	0.2	1000	1,196

**Proprietà dei materiali
utilizzati**

Name	Short name	Rb (cm)	C (constant)	B (cm)	A (cm)	Ra (cm)
C1121	C1	0.009	5	4	20	0
C1122	C2	0.009	5	4	20	2
C1211	C3	0.043	5	5	15	0
C1213	C4	0.043	5	5	15	10
C1311	C5	0.043	5	10	15	0
C1333	C6	0.043	5	10	25	10

Dimensioni

Sistema di accumulo: Tipo D



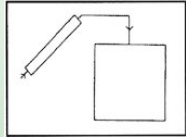
Material	Density ρ (kg/m^3)	Conductivity l ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Specific heat c_p (J/kgK)	$\rho \times c_p$
Slab E (concrete)	2200	1.5	1100	2,420,000
Concrete (B)	2200	1.2	1100	2,420,000
Insulation (Ra, Rb)	60	0.04	600	36,000
Concrete (A)	2400	1.8	1100	2,640,000
Air channel	1.19	0.2	1000	1,196

**Proprietà dei materiali
utilizzati**

Name	Short name	E (cm)	Rb (cm)	C (cm)	D (cm)	F (cm)	B (cm)	A (cm)	Ra (cm)
D11111	D1	0	0	5	40	20	4	15	0
D11223	D2	0	0	8	40	20	4	25	10
D21121	D3	6	0	8	40	20	4	15	0
D13111	D4	0	4	5	40	20	4	15	0

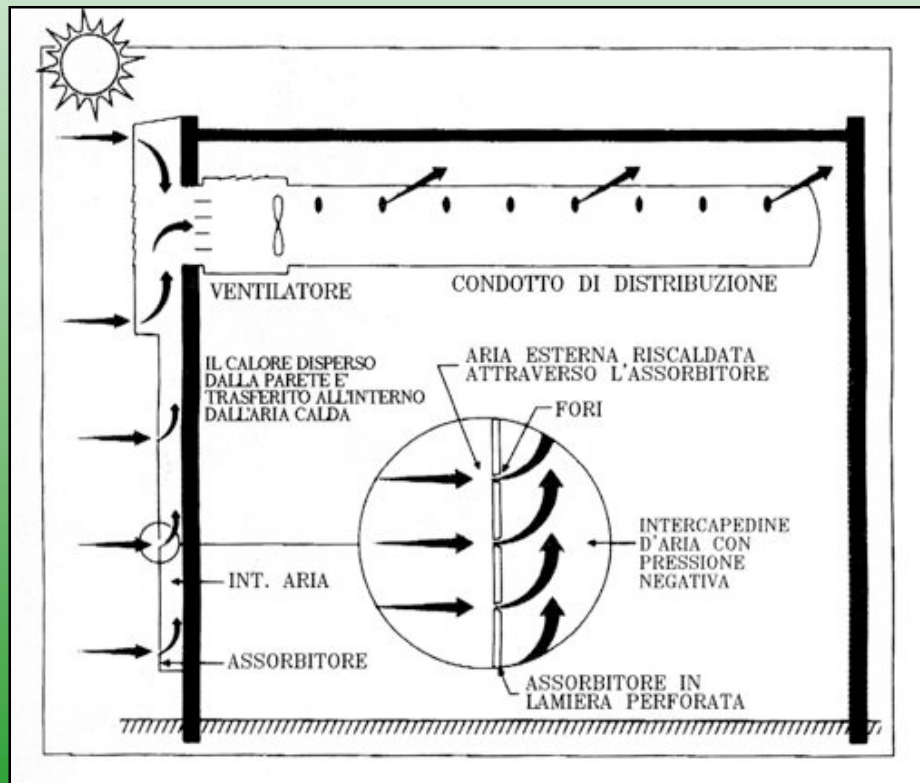
Dimensioni

Sistemi solari ad aria



Sistema 1

circolazione ambiente esterno-collettore-spazio interno

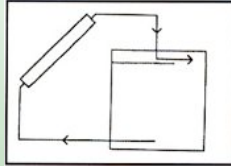


Sezione schematica

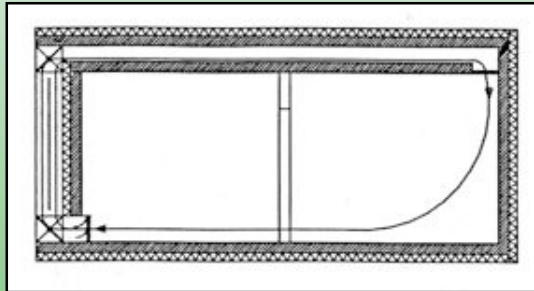


Esempio di integrazione del sistema "solarwall" a Ispra

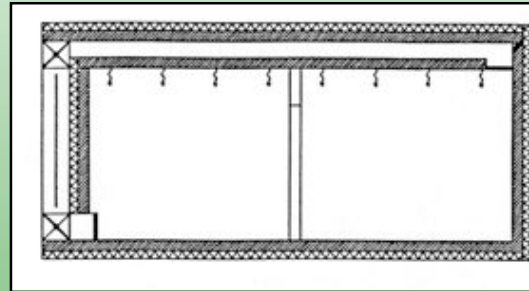
Sistemi solari ad aria



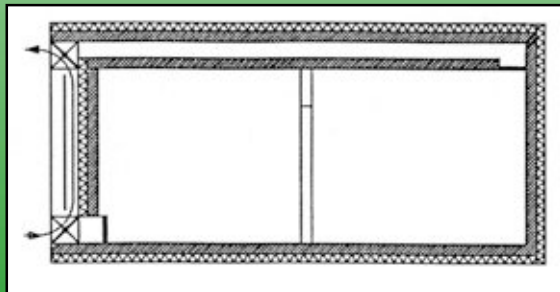
SISTEMA 2 **circolazione ambiente interno-collettore-accumulo- spazio interno**



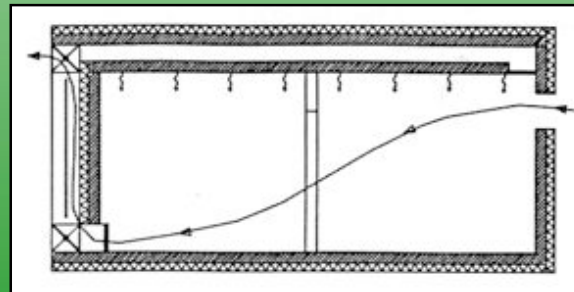
**Schemi di funzionamento:
inverno-giorno**



**Schemi di funzionamento:
inverno-notte**



**Schemi di funzionamento:
estate-giorno**

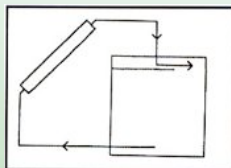


**Schemi di funzionamento:
estate-notte**



**Esempio di
integrazione del
sistema a Marostica**

Sistema 2



Progettista:
**COO progetto
s.r.l. (VI)**

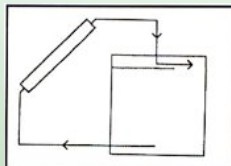
Luogo:
Marostica

Anno:
1983

Abitazioni a schiera

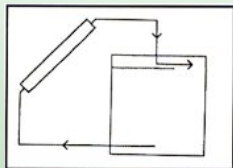


Sistema 2



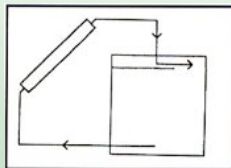
Esempio di integrazione del sistema 2

Sistema 2



**Schema assometrico del funzionamento in assetto
inverno giorno**

Sistema 2

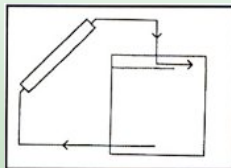


Edificio in costruzione



Valvola

Sistema 2

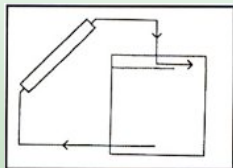


Particolare della facciata in costruzione



Particolare dell'installazione del sistema

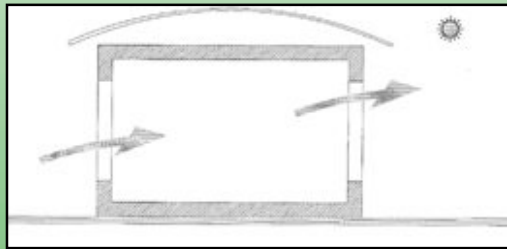
Sistema 2



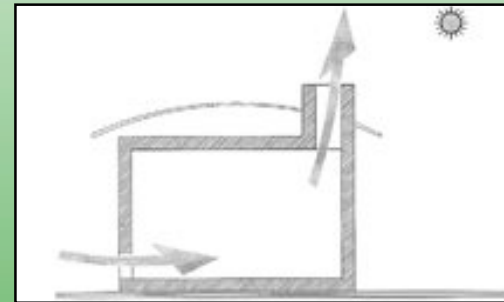
Installazione del sistema

SISTEMI SPECIALI PER IL RAFFRESCAMENTO

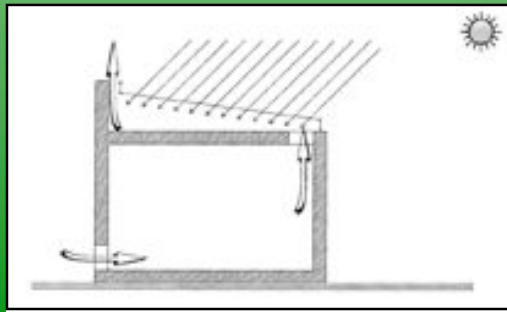
- Sistema di ventilazione incrociata



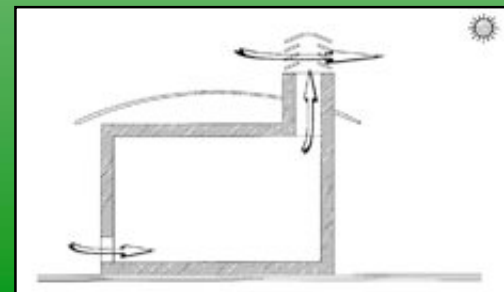
- Estrazione dell'aria mediante effetto camino



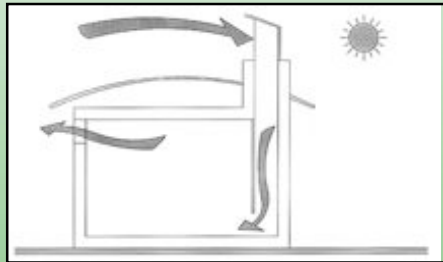
- Estrazione mediante camera solare



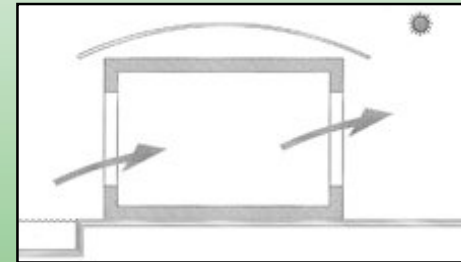
- Sistema di aspirazione statica



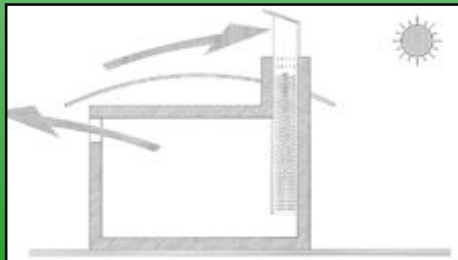
- Sistema di entrata dell'aria attraverso torri del vento



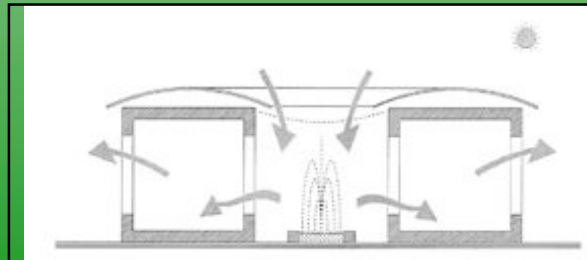
- Trattamento dell'aria per evaporazione



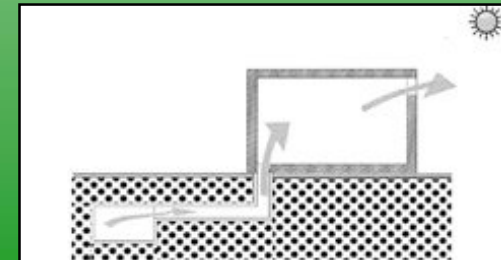
- Sistema di trattamento dell'aria con torre evaporativa

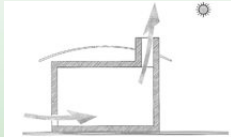


- Sistema evaporativo di un patio



- Sistema di ventilazione con condotti sotterranei





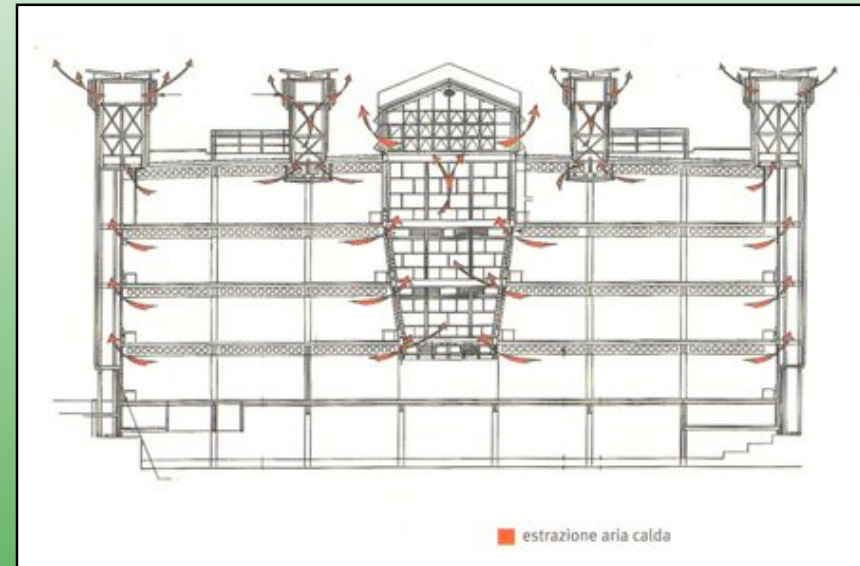
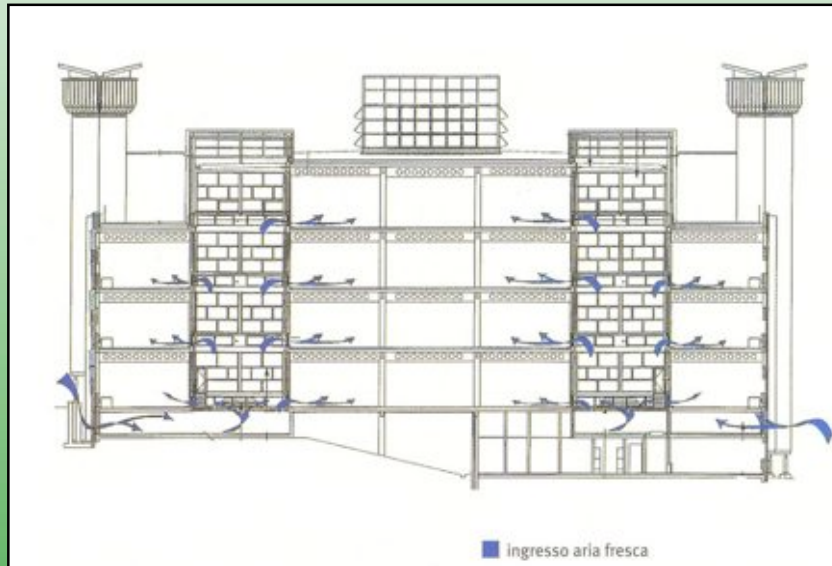
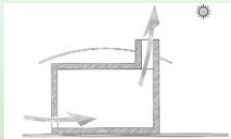
Biblioteca della Coventry University

Progettista:
**Short &
Associates**

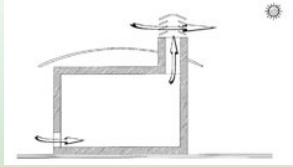
Luogo:
Coventry (UK)



Vista esterna



Schemi di funzionamento



Edificio per uffici a Legnano

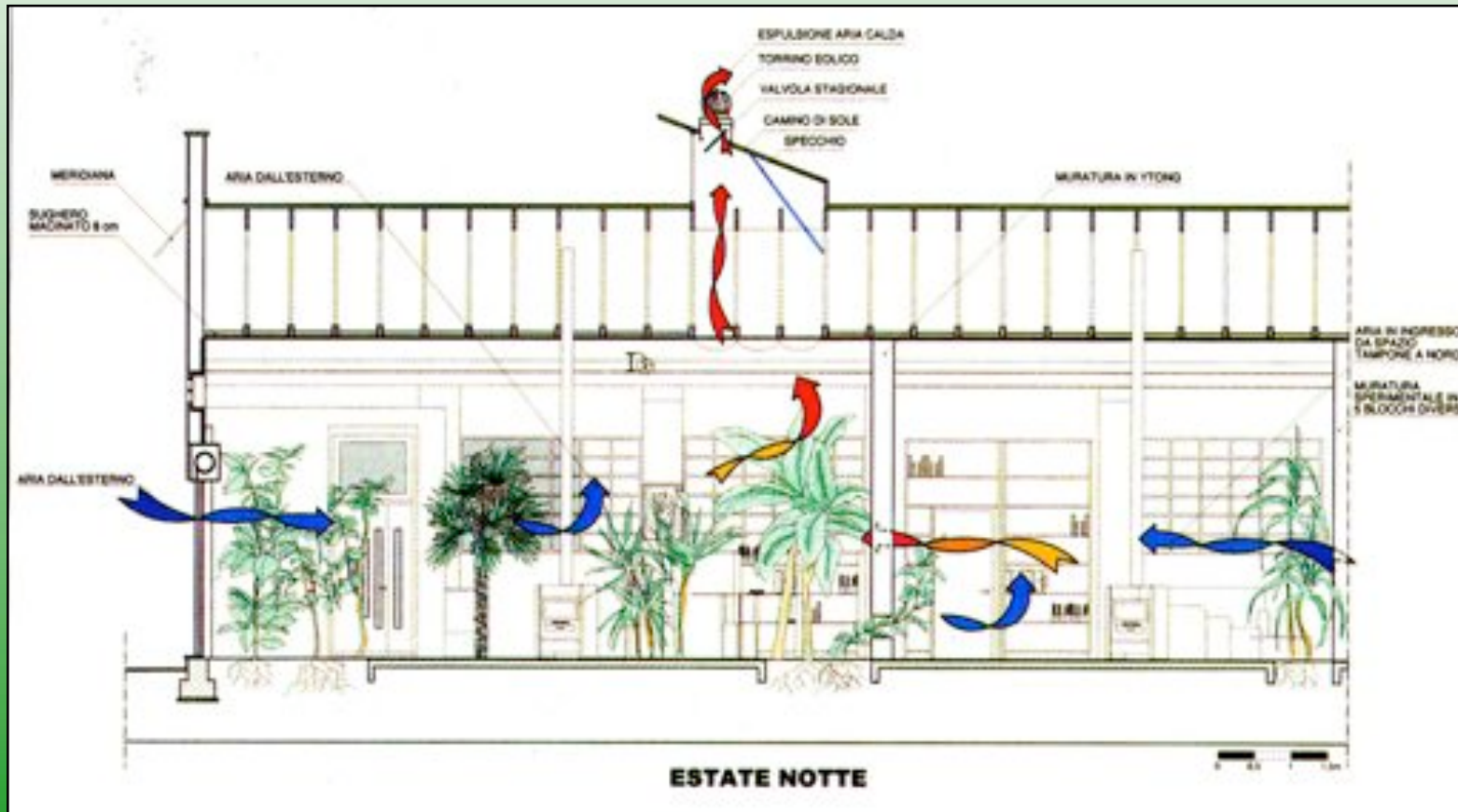
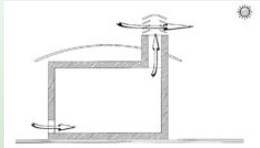
Progettista:
Atelier Rogora

Luogo:
**Legnano (MI)
Italia**

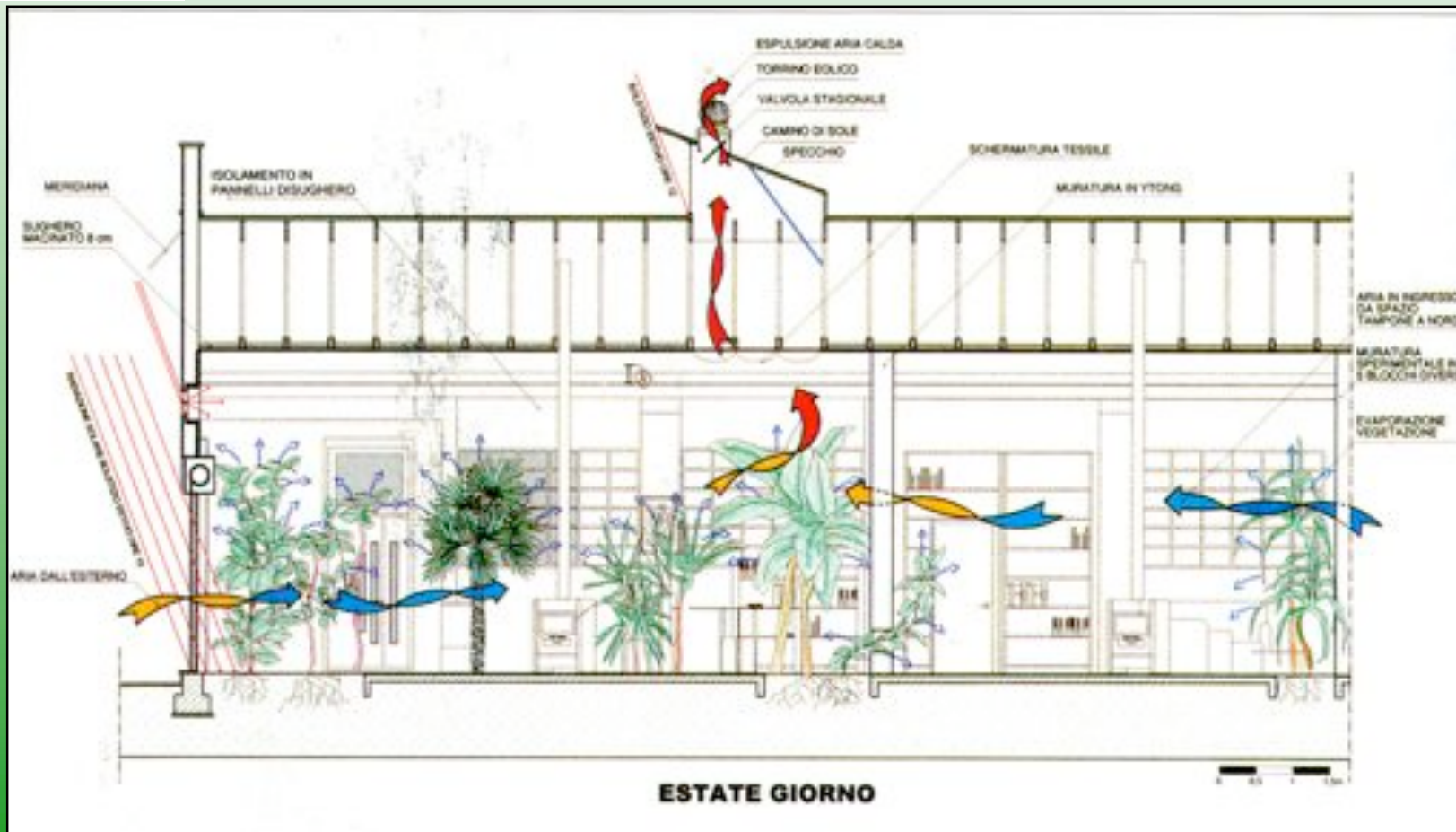
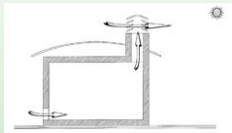
Anno:
1997



Vista interna dell'ufficio



Schema di funzionamento estate-notte



Schema di funzionamento estate-notte

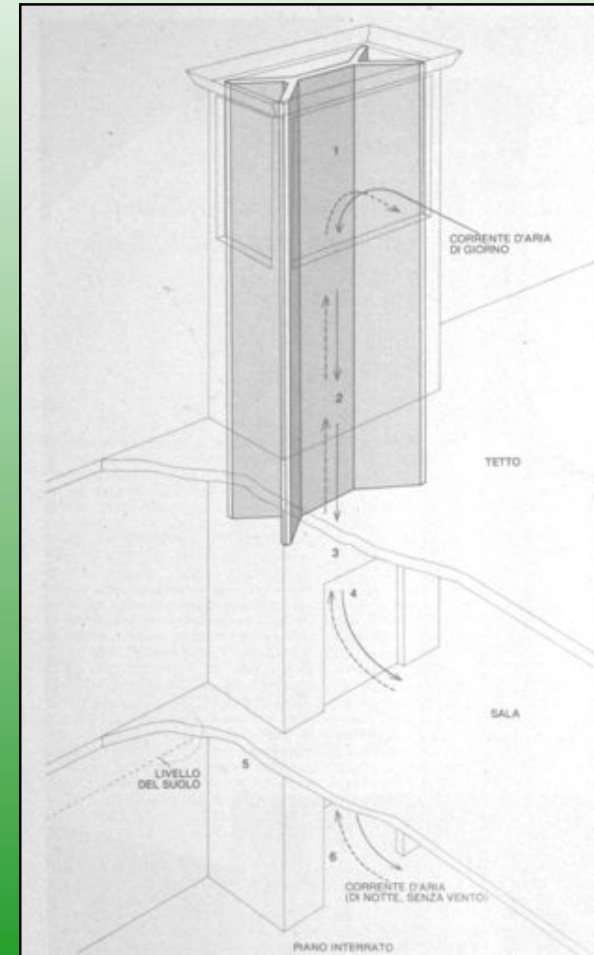


Torri del vento

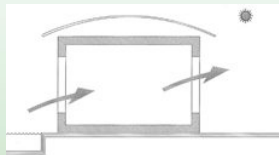
Architettura
tradizionale
torre del vento
lazed Iran



Vista esterna della torre



Schema di funzionamento

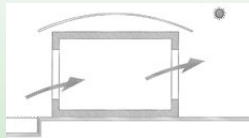


Expo di Siviglia

Luogo:
**Siviglia,
Spagna**

Anno:
1992





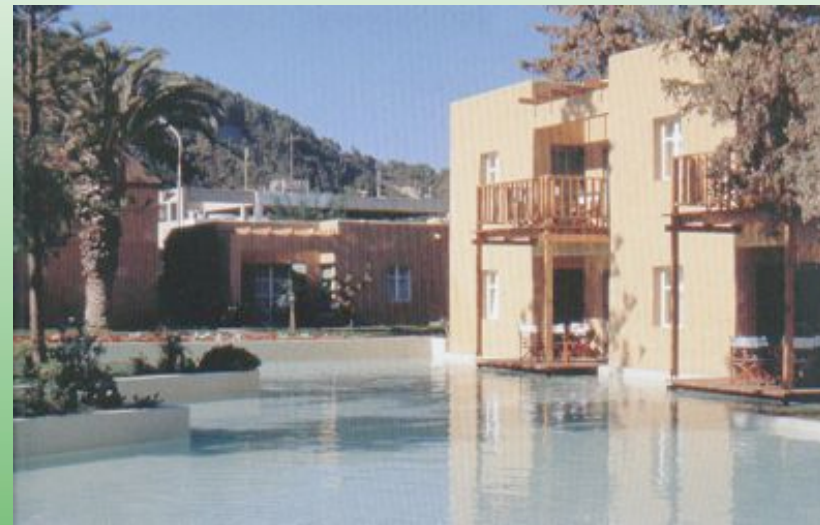
Hotel Mamidakis

Progettista:

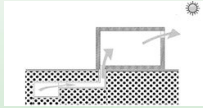
A.N.Tombazis

Anno:

1997-98



Viste esterne dell'albergo



Edificio per uffici Gniebel

Progettista:
Kramer

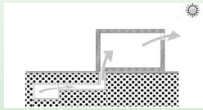
*Consulenza
energetica:*
**Trnsolar
(M.Shuler)**

Luogo:
**Soccarda.
Germania**

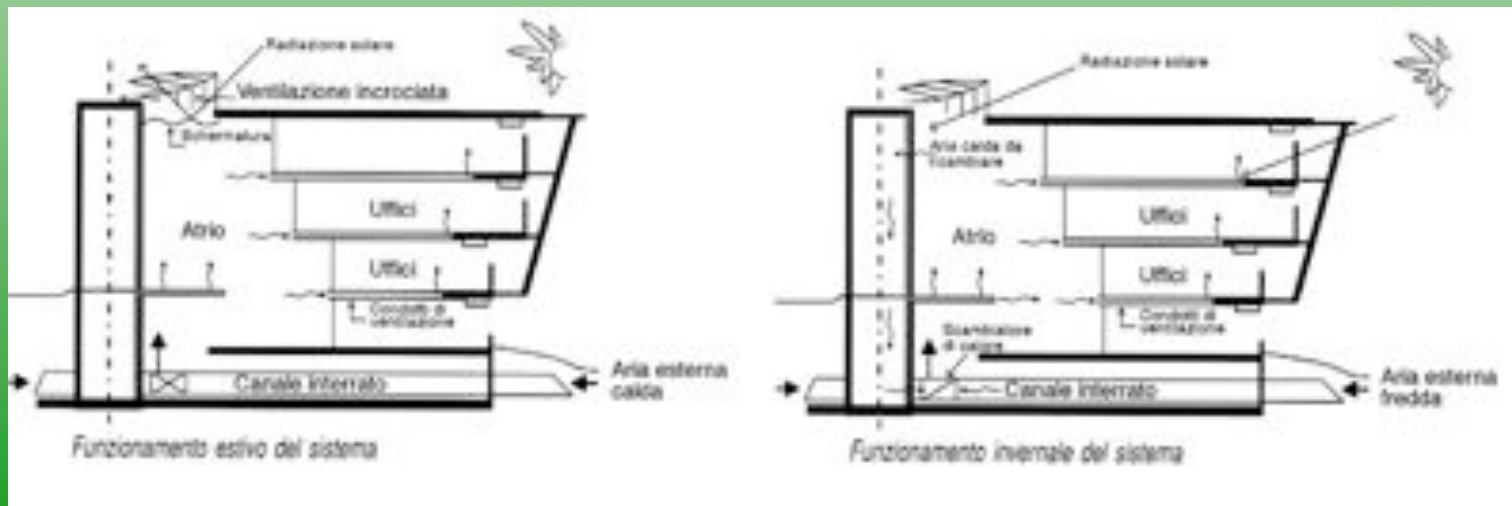
Anno:
1992



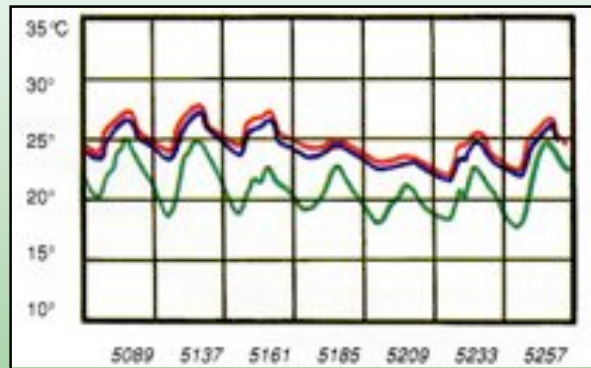
Vista dell'edificio da sud est



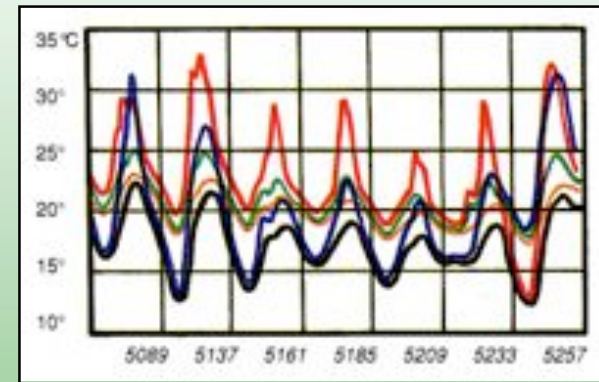
Particolari dei condotti metallici per la ventilazione dell'atrio



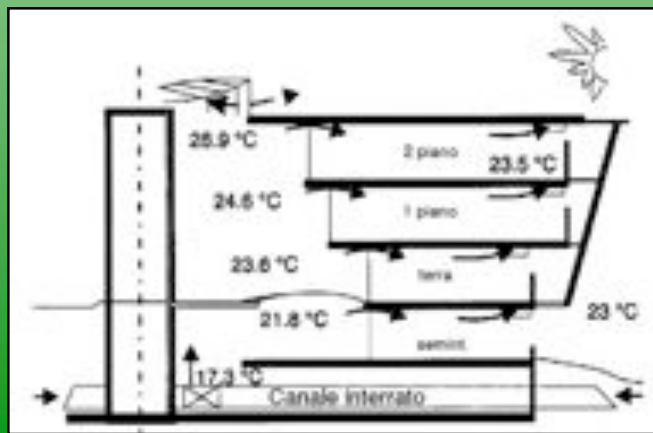
Schemi di funzionamento della ventilazione



**Andamento della temperature rilevate
in una settimana di agosto:
atrio, a metà altezza = verde
ufficio ovest = rosso
ufficio sud = azzurro**



**Andamento della temperature rilevate in
una settimana di agosto:
esterno = rosso canale interrato = nero
atrio basso = giallo atrio metà = verde
atrio sommità = azzurro**



**Sezione dell'edificio con indicazione delle
temperature rilevate in un giorno
soleggiato nella primavera del 1995**

VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DI UNA SERRA SOLARE

SUNSPACE 1.0

autore: arch. Andrea Moro

Software per la valutazione dei guadagni solari di una serra addossata basato sul Metodo 5000

Note:

I campi con uno sfondo verde chiaro necessitano di un dato numerico inserito dall'utente.

E' necessario compilare i diversi fogli di calcolo seguendone l'ordine numerico.

I fogli di calcolo contenuti sono i seguenti:

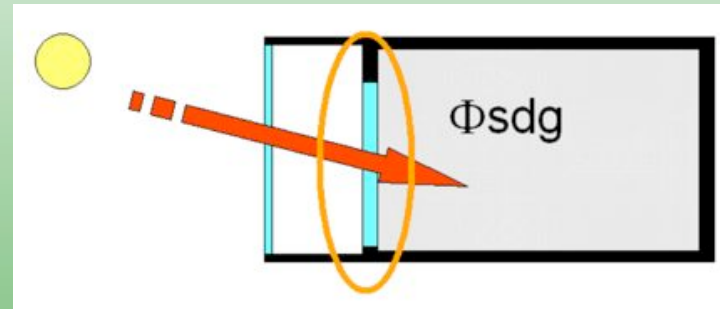
- 1 - **GUADAGNO SOLARE DIRETTO: FINESTRA TRA SERRA E SPAZIO RISCALDATO**
- 2 - **GUADAGNO SOLARE DA MURI MASSICCI ALL'INTERNO DELLA SERRA**
- 3- **ENERGIA SOLARE ENTRANTE NELLA SERRA**
- 4- **DISPERSIONI ATTRAVERSO LO SPAZIO CUSCINETTO**
- 5- **GUADAGNO SOLARE: EFFETTO CUSCINETTO E PRERISCALDAMENTO ARIA DI RICAMBIO**
- 6- **GUADAGNI SOLARI DELLA SERRA**

Il foglio 4 permette di calcolare i parametri necessari alla verifica del guadagno solare per effetto cuscinetto

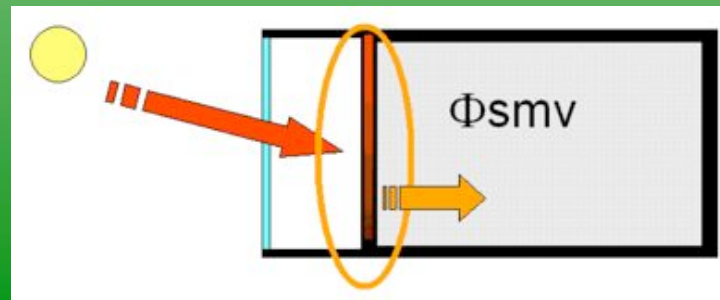
@Andrea Moro - Environmental Consulting 2003

VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DI UNA SERRA SOLARE

Guadagni solari attraverso superfici vetrate - Φ_{sdg}

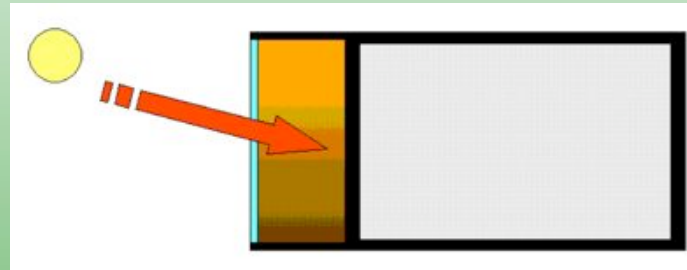


Guadagni solari da muri massicci all'interno della serra- Φ_{smv}

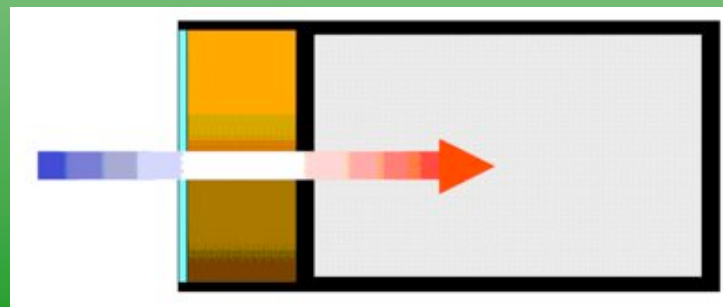


VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DI UNA SERRA SOLARE

Guadagni solari per effetto cuscinetto e preriscaldamento dell'aria di ricambio



Effetto cuscinetto



Preriscaldamento aria di ricambio

VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DI UNA SERRA SOLARE

2 ϕ smw

GUADAGNO SOLARE DA MURI MASSICCI ALL'INTERNO DELLA SERRA

Compilare un box dati per ogni muro con diversa stratigrafia o colorazione.

Nome elemento							
Area	14 mq						
Orientamento	SUD						
U	1 W/mq K						
α	0,7						
τ_s	0,592						
	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	
E (kWh/mq giorno)	3,22	2,56	2,67	2,50	3,00	3,31	(energia solare incidente sul muro)
Sf	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	(coefficiente di schermatura)
ϕ smg ((kWh/giorno))	1,32	1,04	1,09	1,02	1,23	1,35	
Nome elemento							
Area	mq						
Orientamento							
U	W/mq K						
α							
τ_s	0						
	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	
E (kWh/mq giorno)							
Sf							
ϕ smg ((kWh/giorno))	0	0	0	0	0	0	

GUADAGNO SOLARE COMPLESSIVO

	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR
ϕ sdg ((kWh/giorno))	1,32	1,04	1,09	1,02	1,23	1,35
NOTA						

Per determinare il valore del coefficiente di schermatura si può fare riferimento alla norma UNI 10344 (Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia), appendice E.

VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DI UNA SERRA SOLARE

GUADAGNI SOLARI DELLA SERRA

GUADAGNO SOLARE COMPLESSIVO

	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR
ϕ (kWh/giorno)	10,5	8,3	8,7	8,1	9,8	10,8

GUADAGNO SOLARE DIRETTO: FINESTRA TRA SERRA E AMBIENTE INTERNO

	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR
ϕ sdg (kWh/giorno)	4,25	3,37	3,51	3,29	3,95	4,36

GUADAGNO SOLARE DA MURO DI ACCUMULO

	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR
ϕ sdg (kWh/giorno)	1,32	1,04	1,09	1,02	1,23	1,35

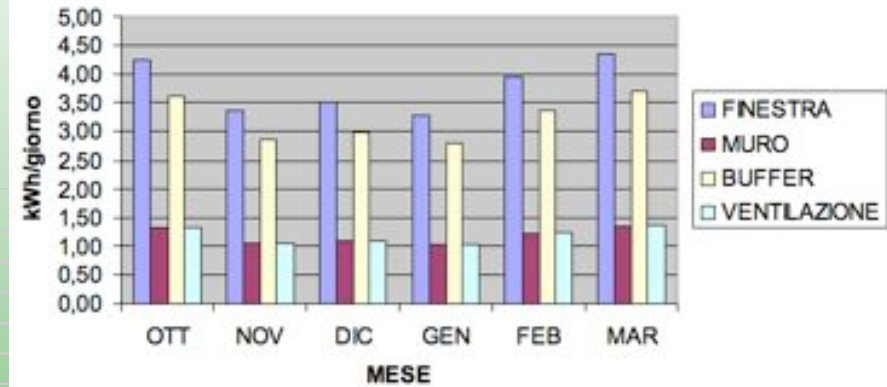
GUADAGNO SOLARE DA EFFETTO CUSCINETTO

	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR
ϕ sb (kWh/giorno)	3,60	2,86	2,98	2,80	3,36	3,70

GUADAGNO SOLARE PRE-RISCALDAMENTO ARIA DI VENTILAZIONE

	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR
ϕ sa (kWh/giorno)	1,3	1,1	1,1	1,0	1,2	1,4

GUADAGNI SOLARI



Predimensionamento sistemi passivi

Testerna	Latit.	36°	40°	44°	48°
-7		24	25	29	31 **
-4		22	23	25	28 **
-1		19	20	22	24
+2		16	17	19	21
+5		13	14	16	17
+7		10	11	12	13
+6		11 *	12 *		
+8		9 *	10 *		
+10		7 *	8 *		
+12		6 *	7 *		

** con isolamento notturno della vetrata * con vetro singolo

Rapporto (percentuale) tra la superficie della finestra e il pavimento in funzione della latitudine e delle temperature medie del mese più freddo

Predimensionamento sistemi passivi semi diretti - serra

Testerna	min	max
-7	70	150
-4	60	130
-1	50	110
+2	40	90
+5	30	70
+7	25	55

Rapporto (percentuale) tra la superficie della serra e il pavimento in funzione della latitudine e delle temperature medie del mese più freddo

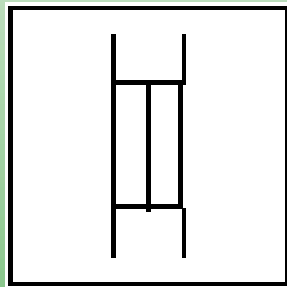
Predimensionamento sistemi passivi indiretti – muro a massa

Testerna	Latit.	36°	40°	44°	48°
-7		72	75	85	95
-4		59	63	73	84
-1		50	53	60	70
+2		40	43	50	55
+5		32	35	40	44
+7		25	26	30	33

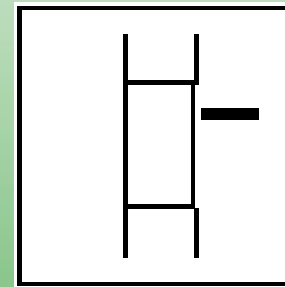
Rapporto (percentuale) tra la superficie del muro a amassa e il pavimento in funzione della latitudine e delle temperature medie del mese più freddo

SISTEMI DI CONTROLLO DELLA RADIAZIONE SOLARE

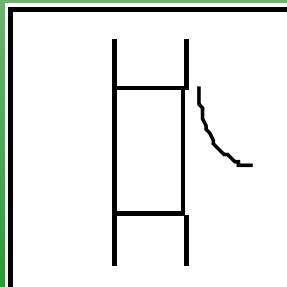
- Superfici di separazione



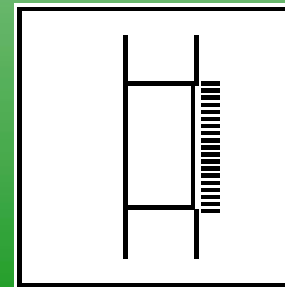
- Schermi rigidi



- Schermi flessibili



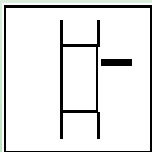
- Filtri solari



ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Schermo rigido orizzontale

Earth Integrated Educational Center



Progettista: **Arie Rahaminoff**

Luogo: **Negev Highland,
Israele**

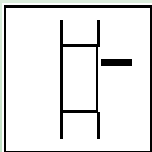


Vista dell'ingresso

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Schermo rigido orizzontale

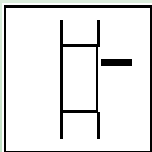
Earth Integrated Educational Center



Particolare del loggiato: la copertura è realizzata con elementi a lamelle che consentono la ventilazione

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Schermo rigido orizzontale



RAC regional Center

Progettista: **Grimshaw & Partners**

Luogo: **Bristol, (UK)**

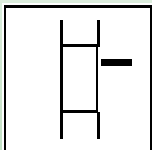
Anno: **1993**



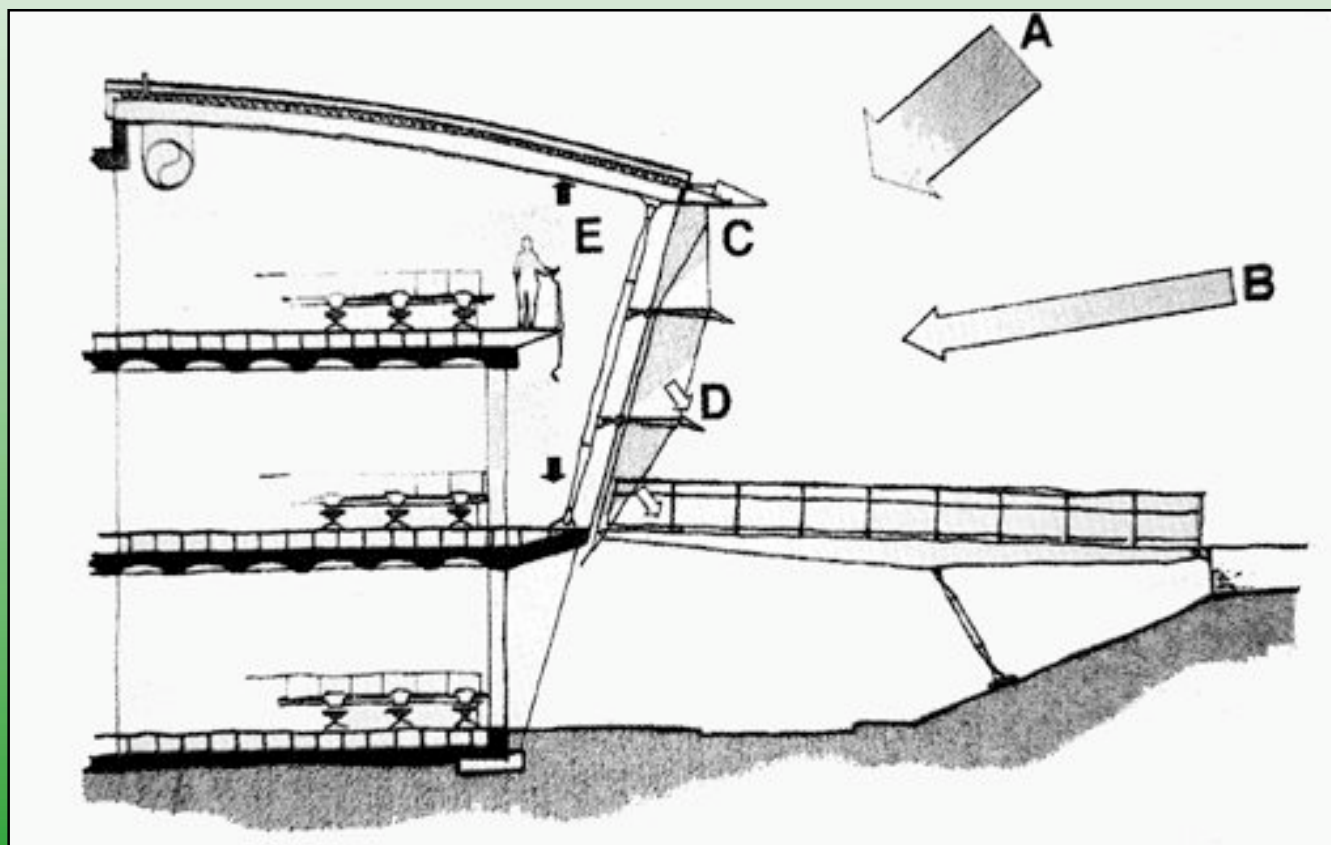
Vista della facciata

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Schermo rigido orizzontale



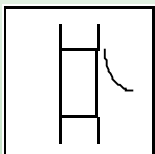
RAC regional Center



Sezione trasversale con il comportamento delle schermature in estate e in inverno

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Schermo flessibile



Abitazioni “Hardstrasse”

Progettista: **BATIMO**

Luogo: **Wettingen, AG (CH)**

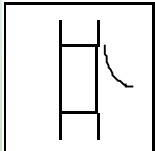
Anno: **1960 - retrofit 1997**



Vista della facciata principale dell'edificio

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Schermo flessibile



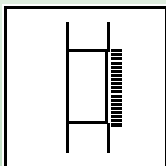
Abitazioni “Hardstrasse”



Particolare della schermatura

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare verticale



Nuova biblioteca centrale “Burton Barr”

Progettista: **Bruder,
Burnette –DWL
Architects**

Luogo: **Phoenix, Arizona**

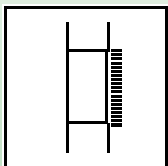
Anno: **1999**



Facciata a nord

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare verticale



Nuova biblioteca centrale “Burton Barr”



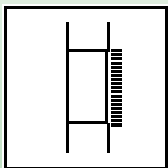
Particolare della membrana in teflon



Facciata a nord con particolare della schermatura

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare verticale



Progettista: **A.N. Tombazis**

Anno: **1993-1998**

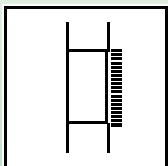
AVAX building



Vista esterna della facciata

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare verticale



AVAX building

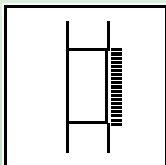
Facciata Est pannelli vetro chiusi



Facciata Est pannelli vetro aperti

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare
orizzontale



Progettista:

Feilden Clegg architects

Luogo: **Watford (UK)**

Edificio per uffici “BRE”



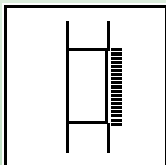
Vista esterna della facciata



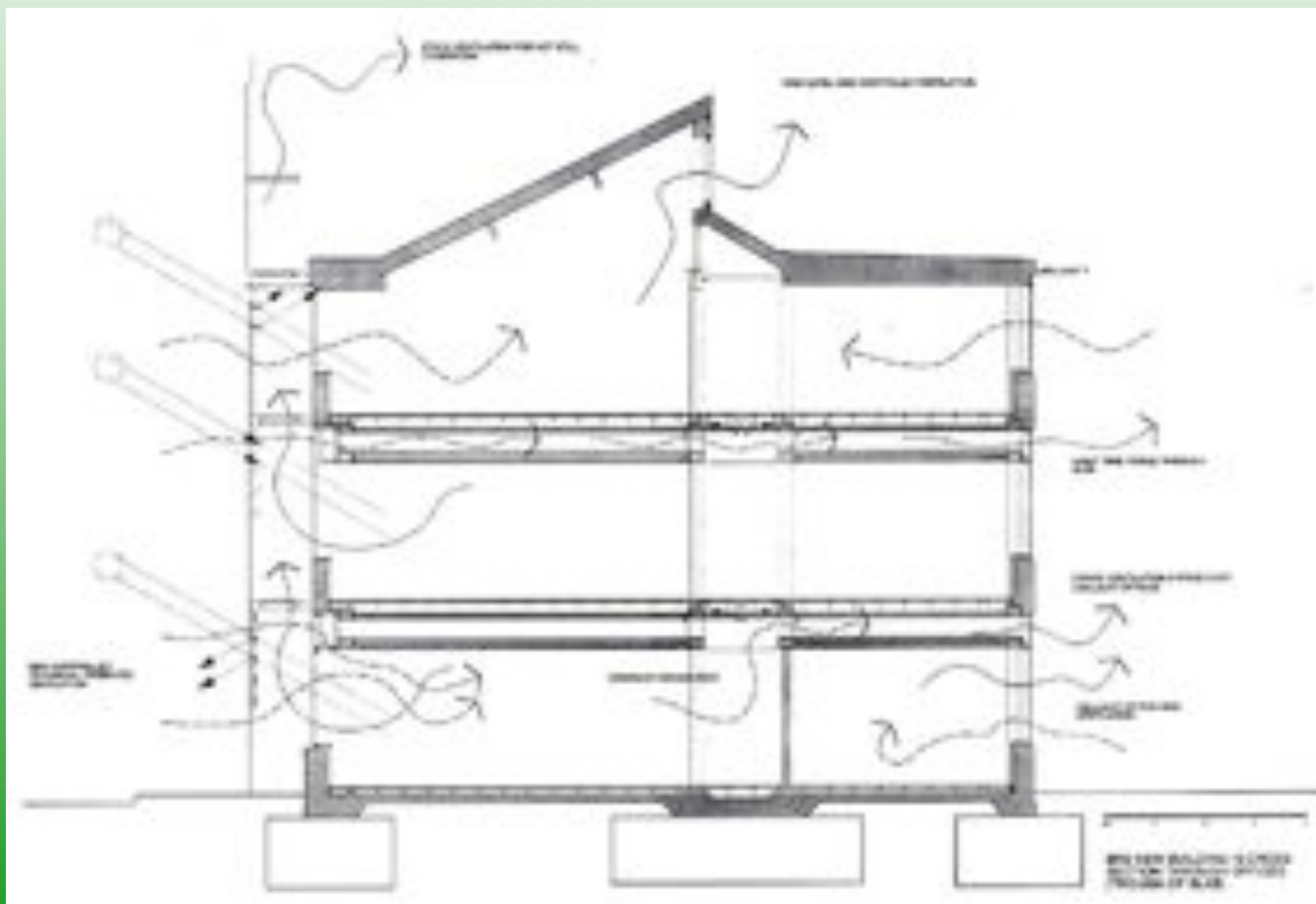
Particolare delle lamelle

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare
orizzontale



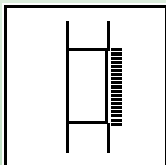
Edificio per uffici “BRE”



Sezione con schema di funzionamento

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

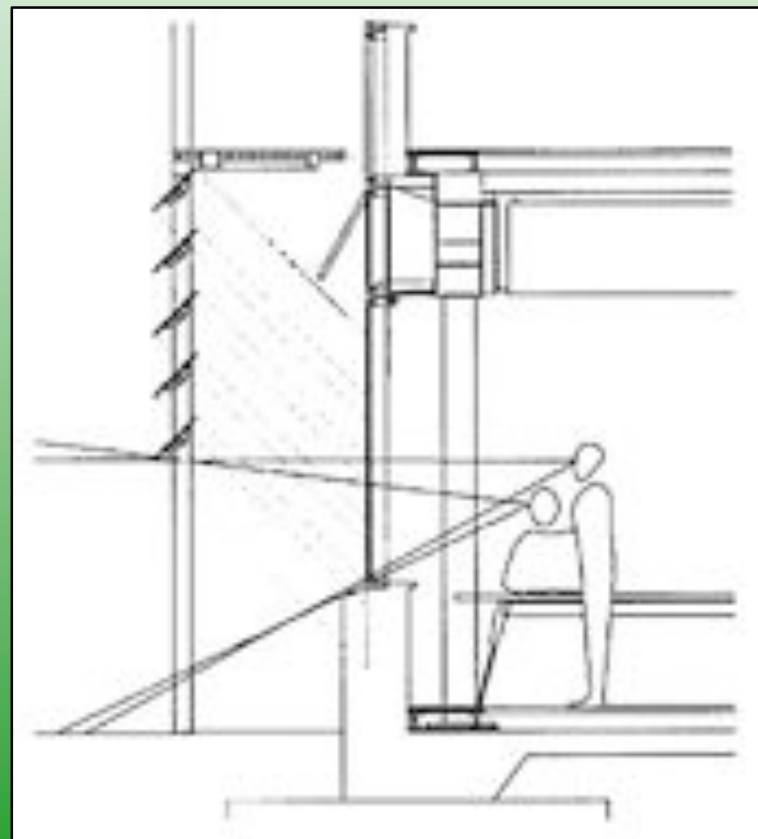
Filtro solare
orizzontale



Edificio per uffici “BRE”



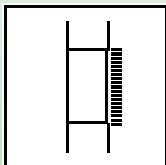
Vista della facciata



Particolare delle lamelle di facciata

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare: vetro prismatico
lamelle



Edificio per uffici della Basler e Hofmann

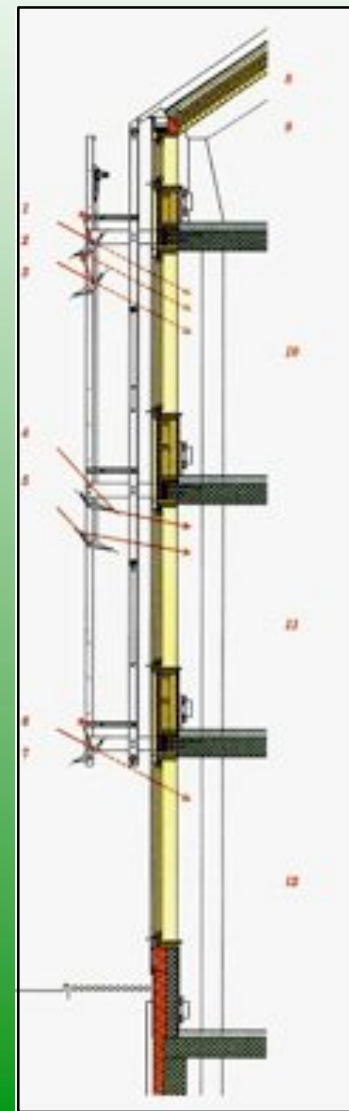
Progettista: **Basler & Hofmann**

Luogo: **Zurigo**

Anno: **1997**

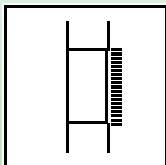


Facciata principale e particolare del sistema di schermatura



ESEMPI DI REALIZZAZIONE

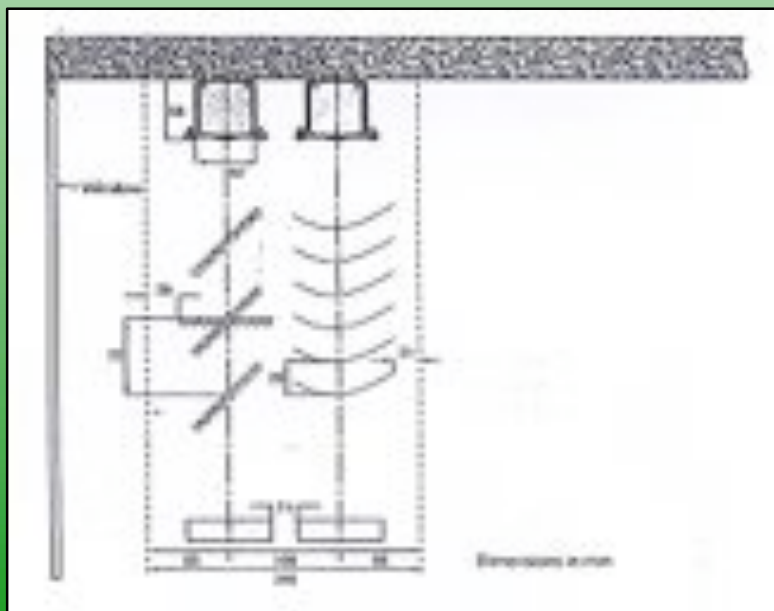
Filtro solare: vetro prismatico,
lamelle



Daylighting System

Nome commerciale: **Daylighting System**

Ditta: **Siemens Aktie
Angesellschaft**



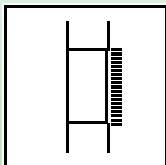
Particolare del sistema



Daylighting system

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare: vetro prismatico,
lamelle



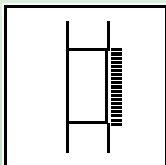
Banca d'Austria



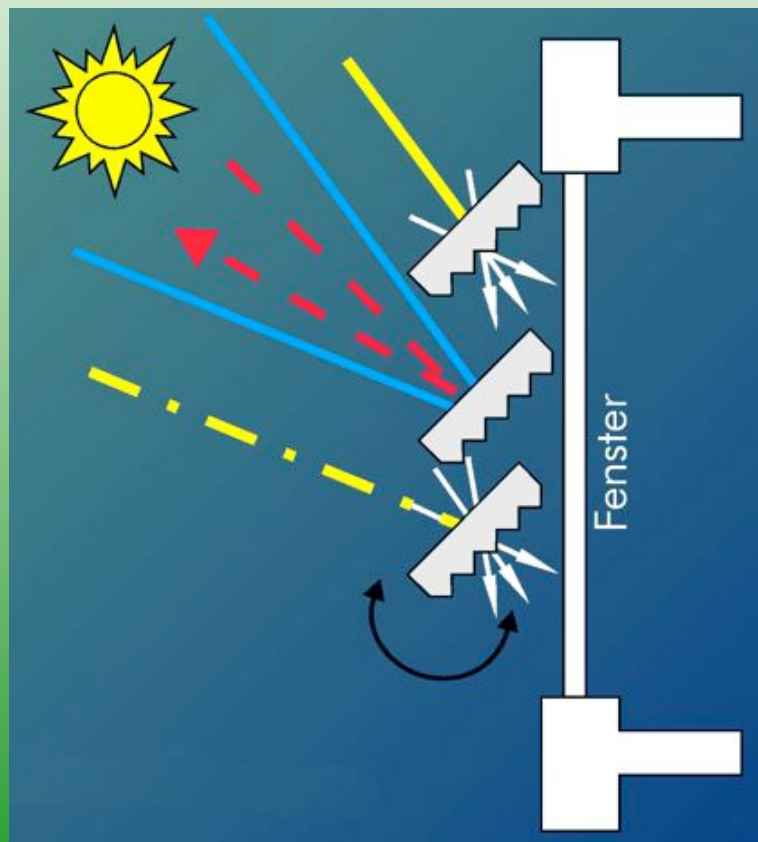
Vista esterna della facciata

ESEMPI DI REALIZZAZIONE

Filtro solare: vetro prismatico,
lamelle



Banca d'Austria



Schema di funzionamento

Bibliografia

- L'energia nel progetto di Architettura, R. Serra H. Coch, CittàStudi edizioni, 1997
- Architettura e Bioclimatica, A. Rogora, Esselibri editore, Napoli, 2003.
- Progettazione Ecocompatibile dell'Architettura: concetti, metodi, strumenti di analisi e valutazione, esempi applicativi, M. Grosso, G. Peretti, S. Piardi, G. Scudo, Esselibri editore, Napoli, 2005
- La serra solare, C. Zappone, Esselibri editore, Napoli, 2005
- AUTORI Cristina Benedetti, Gianni Scudo, Alessandro Rogora, Mario Grosso, Jean Louis Jzard, Victor Olgyay, Edward Mazria