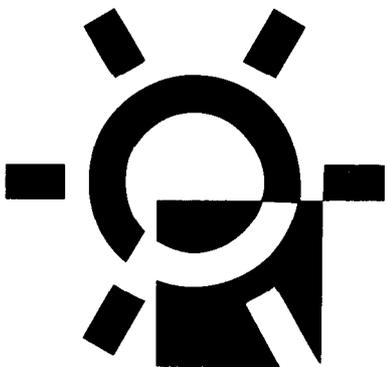


# Sole e architettura- Guida pratica per la progettazione



PACER

## **Sole e architettura - guida pratica per la progettazione**

I problemi energetici e ambientali sono delle costrizioni del programma che l'architetto o l'ingegnere deve saper gestire, analogamente agli altri parametri del progetto.

Le condizioni economiche, politiche e ecologiche ci portano oggi a privilegiare l'impiego di energie rinnovabili, principalmente l'irraggiamento solare per il riscaldamento e l'illuminazione degli edifici.

Senza prodezze tecnologiche e per un costo ragionevole questa parte può raggiungere il 30-40%. Ciò che presuppone da parte dell'architetto o dell'ingegnere, di conoscere alcuni principi di fisica, alcune regole di dimensionamento, per potervi associare delle soluzioni formali e tecniche.

Il corso ha quindi come obiettivo di trasmettere agli architetti e ingegneri i risultati della ricerca nell'ambito della tecnica solare passiva, adattando questo procedimento al ritmo e alla logica del progetto.

1992, 140 pagine, N° di ordinazione 724.212 i

# **Soie e architettura - Guida pratica per la progettazione**

## **Introduzione**

**Sole e architettura -  
Guida pratica per la progettazione**

**Gruppo di lavoro**

R. Contini Knobel  
J.-C. Enderlin  
P. Gallinelli  
B. Lachal  
H. Marti  
P. Minder  
P. Schweizer  
W. Weber

**Direttore del corso**

W. Weber

**Edizione italiana e adattamento**

A cura del Dipartimento del Territorio  
Sezione protezione aria e acqua  
6500 Bellinzona

**Traduzione**

Ursula Bolli

**Associazioni organizzatrici**

ATS	Associazione tecnici svizzeri
APS	Associazione professionale svizzera degli incaricati dell'energia nell'impresa
PROMES	Association des professionnels romands de l'énergie solaire
SIA	Società svizzera degli Ingegneri e Architetti
SSES	Società svizzera per l'energia solare

ISBN 3-905232-10-3

Copyright © 1992 Ufficio federale dei problemi congiunturali, 3003 Berna.

Riproduzione degli estratti autorizzata con indicazione della fonte.

Diffusione: Ufficio federale degli stampati e del materiale, 3000 Berna (N° di ordinazione 724.212 i).

Form. 724.212i 12.92 500 62205

# Premessa

Della durata di 6 anni (1990-1995) il programma di promozione <<Edilizia ed Energia>> è strutturato nei seguenti tre programmi d'impulso:

- PI-EDIL - **manutenzione e rinnovamento delle costruzioni**
- RAVEL - uso **razionale dell'elettricità**
- PACER - **energie rinnovabili**

Questi tre programmi d'impulso sono realizzati in stretta collaborazione con l'economia privata, gli istituti di formazione e la Confederazione. Devono favorire una crescita economica qualitativa e, di conseguenza, favorire un minor uso di materie prime e dell'energia, e, come corollario, un più ampio ricorso al *eqsavoir faire*>> e alla materia grigia.

Finora, se facciamo astrazione del potenziale idroelettrico, il contributo delle energie rinnovabili al nostro bilancio energetico è irrilevante. Per rimediare a questa situazione è stato messo in atto il programma PACER. In quest'ottica il programma cerca di :

- favorire le realizzazioni in cui il rapporto prezzo/prestazione è il più interessante;
- trasmettere le necessarie conoscenze a ingegneri, architetti e impiantisti ;
- proporre un approccio economico nuovo che tenga conto dei costi esterni ;
- informare autorità e committenti.

## **Corsi, manifestazioni, pubblicazioni, cassette video ecc.. .**

I punti chiave del programma PACER sono la formazione, l'aggiornamento e l'informazione. La trasmissione delle conoscenze si basa sulle esigenze che scaturiscono dalla pratica. Gli strumenti essenziali sono le pubblicazioni, i corsi e altre manifestazioni. L'obiettivo è di coinvolgere ingegneri, architetti, impiantisti come anche rappresentanti di alcuni settori specializzati. Una divulgazione più ampia di informazioni più generali è pure un elemento importante del programma. Questo tipo d'informazione si indirizza a committenti, architetti, ingegneri e autorità pubbliche.

Il **bollettino (<Impulso>)** che esce due tre volte all'anno, informa nei dettagli su queste attività. Su richiesta il bollettino può essere ottenuto gratuitamente. Ogni partecipante a un corso o altra manifestazione del programma riceve una pubblicazione elaborata specialmente a questo scopo. Tutte queste pubblicazioni possono anche essere ottenute indirizzandosi direttamente all'Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale a Berna (UCFSM, 3003 BERNA). Per l'edizione italiana ci si può rivolgere al Dipartimento del Territorio, Sezione Aria Acqua a Bellinzona.

## Competenze

Per realizzare questo ambizioso programma di formazione si è fatto appello a specialisti nei diversi campi trattati. Essi appartengono al settore privato, a istituzioni (scuole) e associazioni professionali. Questi specialisti sono spalleggiati da una commissione che comprende rappresentanti delle associazioni, delle scuole e dei settori professionali coinvolti.

Le associazioni professionali si prendono carico dell'organizzazione dei corsi e altre attività. Per preparare queste numerose attività è stata costituita una direzione di programma; è composta dal Dott. Jean-Bernard GAY, dal Dott. Charles FILLEUX, dal Signor Jean GRAF, dal Dott. Arthur WELLINGER, dalla Signora Irène WUILLEMIN e dal Signor Eric MOSMANN dell'Ufficio federale dei problemi congiunturali. La preparazione delle varie attività avviene nel quadro di gruppi di lavoro; questi sono responsabili del contenuto, del rispetto delle scadenze e dei conti.

La documentazione di questo corso -Sole e architettura - Guida pratica per la progettazione>> è divisa in tre parti :

- a) Una parte teorica composta da quattro capitoli che corrispondono all'avanzamento per tappe del progetto :
  - analisi del potenziale solare passivo di un programma;
  - descrizione dei dispositivi solari passivi per la fase del progetto di massima;
  - concetto energetico e scelta degli impianti tecnici ;
  - norme e leggi per l'autorizzazione di costruzione.
- b) Le schede delle 16 realizzazioni (abitazioni, scuole, uffici) delle quali il concetto architettonico e termico copre una vasta gamma di dispositivi solari passivi.
- c) Degli strumenti semplici di controllo e dimensionamento per valutare l'irraggiamento solare, la scelta e le dimensioni delle vetrate durante la fase del progetto di massima.

La presentazione del documento, sotto forma di quaderni e schede, è adattato ai metodi di lavoro dell'architetto (affissione, paragone tra esempi, fotocopie).

Questa documentazione si riferisce ai documenti SIA D 056 «Le soleil-Chaleur et Lumière dans le bâtiment» e D 010 «Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung >>, due libri basilari per gli architetti che s'interessano di energia solare passiva.

Il presente documento ha fatto oggetto di una procedura di consultazione, ed è stato pure sottoposto al giudizio dei partecipanti al primo corso pilota; ciò ha permesso agli autori di effettuare le necessarie correzioni. Miglioramenti sono ancora possibili e i suggerimenti possono essere indirizzati sia al direttore del corso che, direttamente, all'Ufficio dei problemi congiunturali.

Per concludere, ringraziamo tutte le persone che hanno contribuito alla realizzazione di questa pubblicazione.

Dott. Heinz Kneubühler  
Direttore supplente dell'Ufficio federale  
dei problemi congiunturali

---

# **Sole e architettura - Guida pratica per la progettazione**

## **Indice**

**INTRODUZIONE**

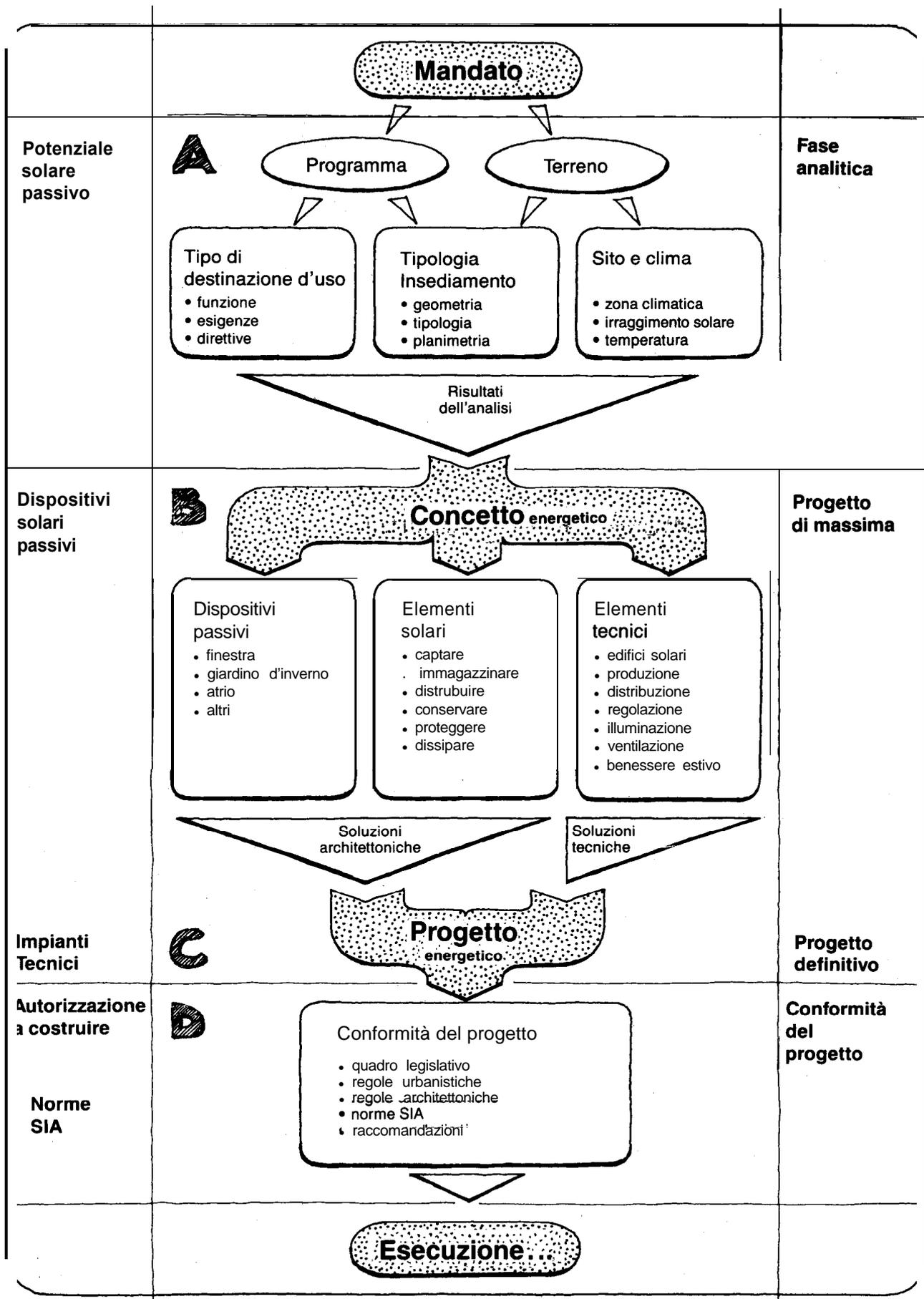
**A - POTENZIALE SOLARE PASSIVO**

**B - DISPOSITIVI SOLARI PASSIVI**

**C - IMPIANTI TECNICI**

**D - AUTORIZZAZIONE A COSTRUIRE, NORME SIA**

**SCHEDE DEGLI ESEMPI**



---

# Introduzione

problemi energetici e ambientali sono delle costrizioni del programma, che l'architetto o l'ingegnere deve sapere gestire, analogamente agli altri parametri del progetto.

Le condizioni economiche, politiche e ecologiche ci portano oggi a privilegiare lo sfruttamento di energie rigenerabili, principalmente l'irraggiamento solare per il riscaldamento e l'illuminazione degli edifici : l'irraggiamento (soprattutto grazie alle vetrate) contribuisce già naturalmente per l'8-10% al riscaldamento.

Senza prodezze tecnologiche e per un costo ragionevole questa parte può raggiungere il 30-40%; ciò presuppone da parte dell'architetto o dell'ingegnere delle conoscenze di alcuni principi di fisica, alcune regole di dimensionamento, per potervi associare delle soluzioni formali e tecniche.

Il corso ha quindi come obiettivo di trasmettere agli architetti e ingegneri i risultati della ricerca nell'ambito della tecnica solare passiva, adattando questo procedimento al ritmo e alla logica del progetto.

Questo corso è quanto mai attuale dato che l'architetto deve adeguarsi sempre più a nuove norme, leggi e regolamenti in materia d'energia.

Confrontati alla sensibilizzazione ai problemi ambientali, inoltre, un numero sempre maggiore di imprese e collettività, fanno esplicitamente riferimento nei loro programmi di costruzione, all'«ecologia» e all'utilizzazione dell'energia solare rigenerabile.

Il complesso residenziale di Préverenges, come pure la scuola di Gumpenwiesen, sono degli esempi realizzati in seguito a concorsi che specificavano la necessità di utilizzare l'irraggiamento solare (vedi schede degli esempi).

*Direttore del corso  
Willi Weber*

---

## Pubblicazioni del programma PACER - Energie rinnovabili

### **Cassetta video VHS «Soleil et Architecture»**

Questo video è destinato a familiarizzare gli architetti e committenti alle applicazioni dell'energia solare passiva nelle costruzioni.

Dopo una breve introduzione sulle possibilità dell'energia solare passiva, il film presenta le applicazioni dell'energia solare agli edifici. Grazie a delle animazioni realistiche e pertinenti, e corredato da meravigliose inquadrature delle costruzioni realizzate in Svizzera, il filmato ci porta alla scoperta dello sfruttamento razionale dell'energia solare passiva nelle seguenti tre principali categorie d'opera:

- l'abitazione individuale o contigua;
- l'abitazione collettiva;
- gli edifici amministrativi e industriali.

Lo scopo ultimo del video è di invogliare architetti e committenti a costruire con il Sole.

**N° di ordinazione 724.211 f o d                      Fr. 25.-**

La video cassetta è disponibile solo in francese e tedesco.

# **Sole e architettura - Guida pratica per la progettazione**

## **A - Potenziale solare passivo**

**Sole e architettura -  
Guida pratica per la progettazione**

**Gruppo di lavoro**

**R.** Contini Knobel  
J.-C. Enderlin  
F? Gallinelli  
B. Lachal  
H. Marti  
**P.** Minder  
**P.** Schweizer  
W. Weber

**Responsabile della parte D**

H. Mar-ti, **P.** Minder

**Edizione italiana e adattamento**

A cura del Dipartimento del Territorio  
Sezione protezione aria e acqua  
6500 Bellinzona

**Traduzione**

Ursula Bolli

**Associazioni organizzatrici**

ATS	Associazione tecnici svizzeri
APS	Associazione professionale svizzera degli incaricati dell'energia nell'impresa
PROMES	Association des professionnels romands de l'énergie solaire
SIA	Società svizzera degli Ingegneri e Architetti
SSES	Società svizzera per l'energia solare

ISBN 3-905232-10-3

Copyright © 1992 Ufficio federale dei problemi congiunturali, 3003 Berna.

Riproduzione degli estratti autorizzata con indicazione della fonte.

Diffusione: Ufficio federale degli stampati e del materiale, 3000 Berna (N° di ordinazione 724.212 i).

Form. 724.212 i 12.92 500 62205

---

# A - Potenziale solare passivo

## Indice

### **A1 Introduzione**

#### A2 Tipo di destinazione d'uso

A2.1 Scuole

A2.2 Amministrazione

A2.3 Abitazione

#### A3 Sito e clima

A3.1 Zone climatiche

A3.2 Irraggiamento solare - energia termica

A3.3 Irraggiamento solare - luce naturale

A3.4 Irraggiamento solare - temperatura

A3.5 Bilancio termico

#### A4 Tipologia e insediamento

A4.1 Ripartizione termica per zone

A4.2 Geometria

A4.3 Orientamento degli spazi

A4.4 Insediamento

A4.5 Analisi dell'irraggiamento solare del sito

A4.6 Simulazione dell'irraggiamento solare del progetto

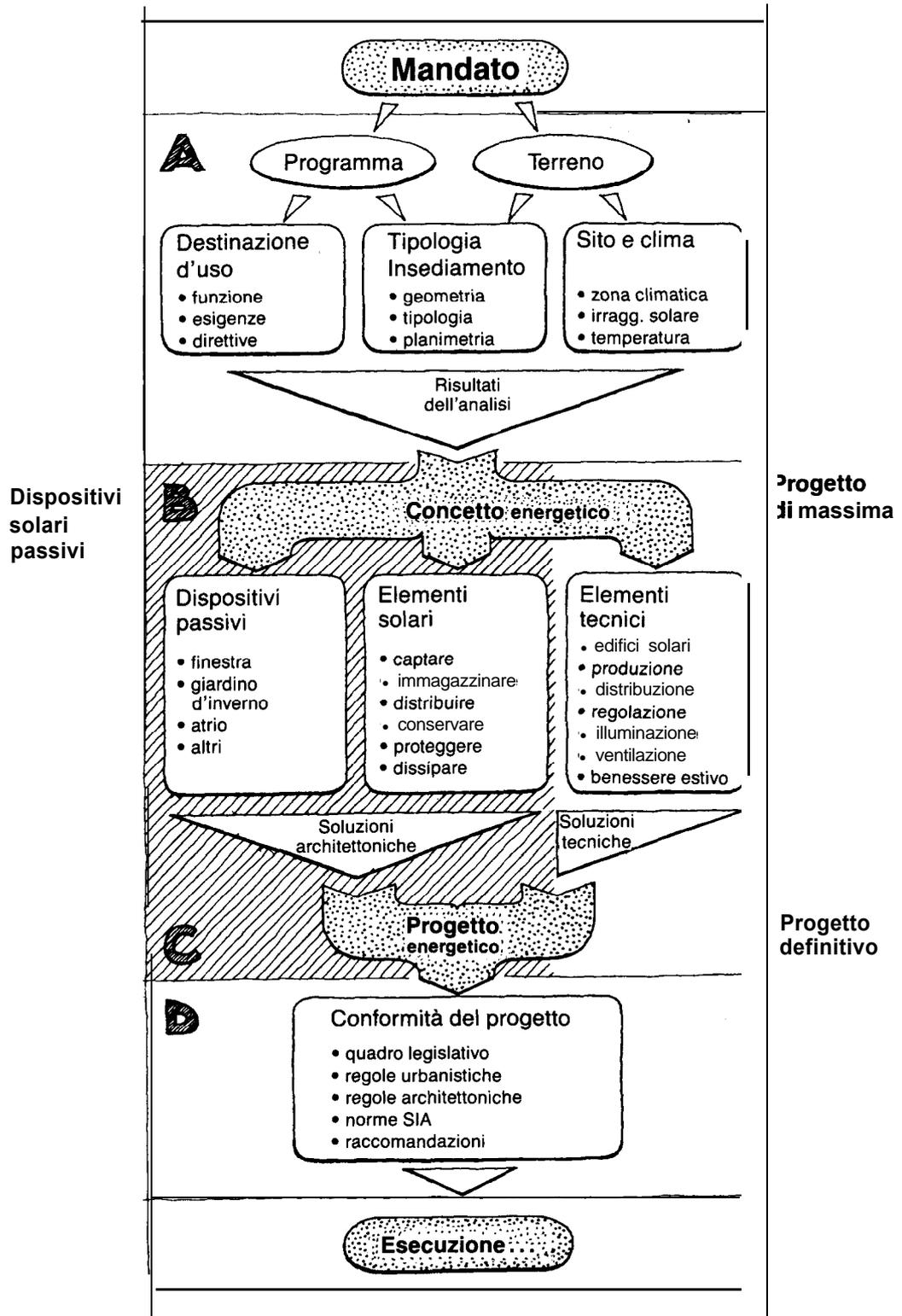
#### A,X Allegati

AXI Nozioni di benessere

AX2 Dati meteorologici

AX3 Calcolatore dell'ombra

### **AR Bibliografia**



# A1 Introduzione

Il programma e il luogo stanno alla base del lavoro dell'architetto. In effetti, è a partire dall'analisi di questo programma, del terreno ma anche del clima che vengono elaborati i primi schizzi del progetto.

A partire da questa prima fase è necessario introdurre le problematiche energetiche e ambientali, garantire lo sfruttamento ottimale dell'irraggiamento solare disponibile sul posto.

Questo sfruttamento ottimale è determinato dai seguenti parametri :

## **Il tipo di destinazione d uso**

La destinazione d'uso dell'edificio e le attività che in esso si svolgono, condizionano direttamente l'organizzazione degli spazi e il livello del benessere termico, visuale e acustico che si vuole assicurare.

Fra le destinazioni d'uso repertorate dalla SIA (norma 102, per esempio), abbiamo scelto di esaminare :

- le scuole
- gli edifici amministrativi
- gli alloggi.

Questi diversi edifici illustrano il ruolo specifico che può svolgere l'irraggiamento solare, per esempio :

- nell'alloggio, l'irraggiamento solare servirà al riscaldamento;
- le scuole privilegieranno l'illuminazione naturale e non si preoccuperanno troppo del surriscaldamento estivo ;
- gli edifici amministrativi utilizzeranno l'irraggiamento solare per l'illuminazione naturale e contemporaneamente si proteggeranno in estate da questa energia per evitare di dover ricorrere alla climatizzazione.

## **Il sito e il clima**

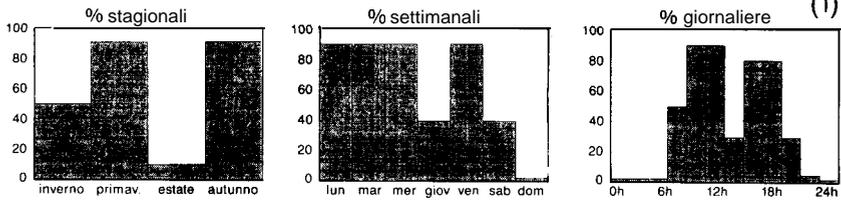
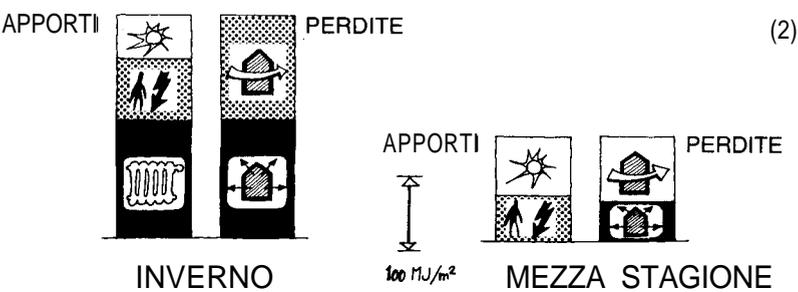
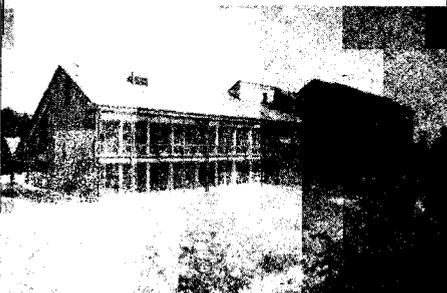
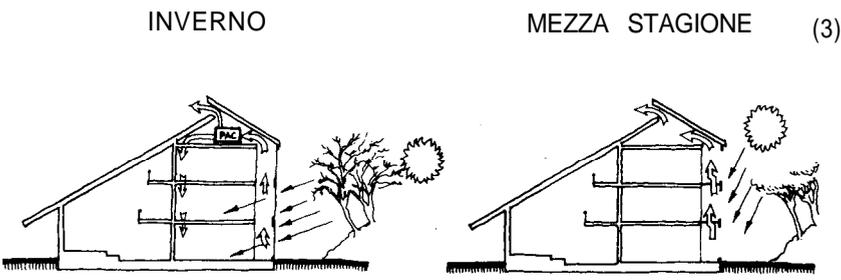
Il sito e il suo clima influenzano direttamente, attraverso le variazioni di temperatura e d'irraggiamento, le perdite termiche dell'edificio e i possibili apporti solari.

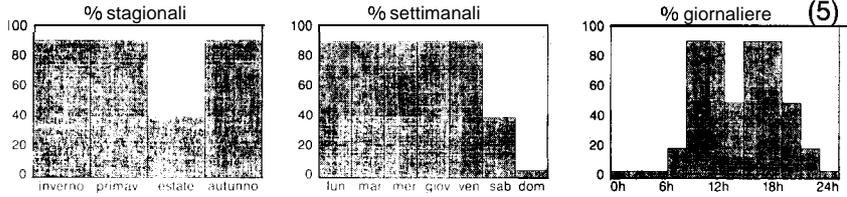
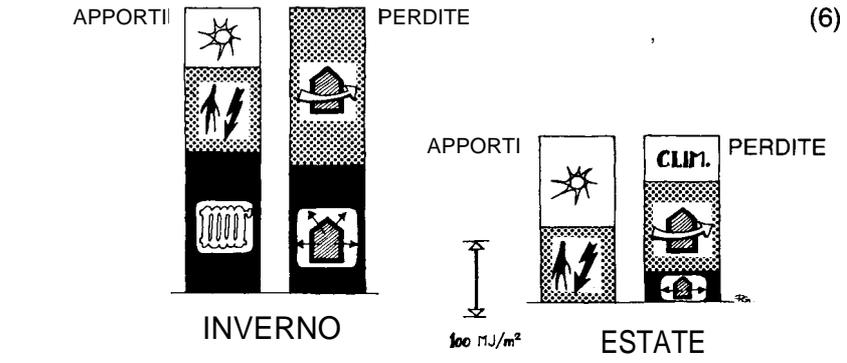
## **La tipologia e l insediamento**

L'organizzazione degli spazi in funzione del moto del sole e dello studio dell'irraggiamento solare del sito, sono parte integrante della ricerca di soluzioni tipologiche e d'insediamento.



## A2 Tipo di destinazione d'uso

<b>A2.1 Scuole</b>	Necessità di illuminazione naturale Apporti di calore interni molto importanti (calore umano) Forti variazioni del tasso di occupazione (giorno-notte, vacanze)		
'ESIGENZE	AULE	CIRCOLAZIONE	GINNASTICA
BENESSERE VISUALE	300-500 lux	> 100 lux	300 lux
BENESSERE TERMICO	21°-26°C	- 1 8 %	16°-22°C
RICAMBIO D'ARIA	> 25m <sup>3</sup> /h/pers.	1V/h	2V/h
VARIAZIONE DELL'OCCUPAZIONI			
DIRETTIVE DI PROGETTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• importanza primordiale della vista e dell'illuminazione naturale;</li> <li>• prevedere delle protezioni contro l'abbagliamento;</li> <li>• favorire l'utilizzazione dell'irraggiamento solare la mattina durante la mezza stagione;</li> <li>• ridurre l'inerzia termica: riscaldamento rapido delle aule nel periodo in cui sono occupate approfittando degli apporti interni (persone e illuminazione) e solari;</li> <li>• buon isolamento termico e sistema di riscaldamento complementare ridotto: per il dimensionamento tener conto dell'importanza del calore «gratuito» disponibile.</li> </ul>		
BILANCIO TERMICO TIPICO			
ESEMPIO vedi schede degli esempi «scuole»	<b>Centro scolastico di Gumpenwiesen</b> Architetto: Rolf Lüthi, Regensburg Anno di costruzione 1984, Premio dell'energia SIA 1988 (scheda N. 16)		
FUNZIONAMENTO 	 <p>INVERNO (4)</p> <p>MEZZA STAGIONE (3)</p> <p>penetrazione del sole, recupero del calore, protezione contro il vento freddo.</p> <p>sfruttamento ottimale del sole, evacuazione degli eccedenti di calore.</p>		

<b>A2.2 Amministrazione</b>	Gli apporti interni sono importanti (illuminazione artificiale, ordinatori) Necessità di illuminazione naturale (ottima qualità di luce) Problema di evacuazione del calore in estate (climatizzazione)		
<b>ESIGENZE</b>	<b>UFFICI</b>	<b>CIRCOLAZIONE</b>	<b>ARCHIVI</b>
<b>BENESSERE VISUALE</b>	400-1000 lux	100 lux	100-250 lux
<b>BENESSERE TERMICO</b>	<b>21°-26°C</b>	<b>18°-26°C</b>	<b>~19°C</b>
<b>RICAMBIO D'ARIA</b>	<b>&gt; 25m³/h/pers.</b>	<b>~ 1 V/h</b>	<b>0,3 V/h</b>
<b>VARIAZIONE DELL'OCCUPAZIONE</b>			
<b>DIRETTIVE DI PROGETTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pericolo di surriscaldamento in estate : una parte importante dei bisogni energetici è richiesta dai sistemi di climatizzazione;</li> <li>• prevedere dei dispositivi di protezione dal sole esterni ;</li> <li>• priorità del raffreddamento attraverso la ventilazione;</li> <li>• ricercare l'illuminazione naturale;</li> <li>• importanza di una scelta giudiziosa negli impianti tecnici ;</li> <li>• prestare particolare attenzione alle interazioni possibili tra i diversi elementi che intervengono nel bilancio termico (apporti interni e solari, riscaldamento, climatizzazione);</li> <li>• evitare le grandi superfici di vetro colorato;</li> <li>• si raccomanda una grande flessibilità dell'utilizzazione perchè, a volte, è difficile prevedere le assegnazioni future.</li> </ul>		
<b>BILANCIO TERMICO TIPICO</b>			
<b>ESEMPIO</b> <i>vedi schede degli «edifici amministrativi»</i>	<b>Edificio amministrativo Hewlett-Packard a Ginevra</b> Architetto: Jean-Jacques Oberson, Janez Hazin Anno di costruzione 1982 <span style="float: right;">(scheda N. 14)</span>		
<b>FUNZIONAMENTO</b> 	 <p data-bbox="568 1982 1415 2076"> <b>INVERNO</b> penetrazione del sole, recupero del calore con pompa a calore.  <b>ESTATE</b> protezione dal sole: abbagliamento controllato, niente surriscaldamento, vetro trasparente.         </p>		



## A3 Sito e clima

### A3.1 Zone climatiche

#### CONCETTO CLIMATICO

#### REGIONI CLIMATICHE

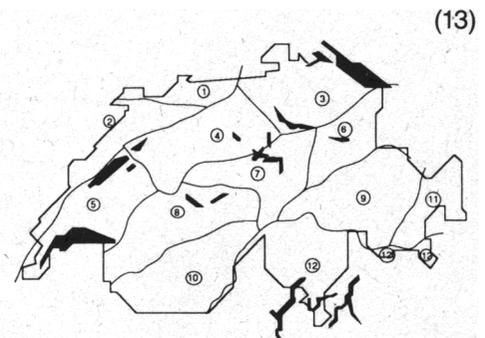
Il clima è dell'ordine combinatorio : in effetti, diversi fenomeni si combinano e intervengono simultaneamente sulla costruzione : le temperature, l'irraggiamento solare, i venti, le precipitazioni...

Nell'edificio, diversi elementi sono determinati dal clima: orientamento, materiali, fondazioni... e l'architettura vernacolare ne riflette l'influsso. Questi esempi di adattamento al clima non sono dei modelli, ma degli stimoli alla rinterpretazione contemporanea delle loro risposte al clima.

Il concetto climatico consiste nella creazione di un involucro dinamico capace di trasformare un clima esterno qualsiasi in un clima interno confortevole e controllabile.

si possono definire delle zone geografiche dove il clima è relativamente omogeneo: la Svizzera si può dividere in 12 zone principali (*dati meteorologici: vedi allegato AX2*).

- 1 Giura orientale
- 2 Giura occidentale
- 3 N-E dell'Altipiano
- 4 Altipiano centrale
- 5 Ovest dell'Altipiano
- 6 Nord delle Alpi orientali
- 7 Nord delle Alpi centrali
- 8 Nord delle Alpi occidentali
- 9 Nord e centro dei Grigioni
- 10 Vallese
- 11 Ennaadina
- 12 Sud delle Alpi

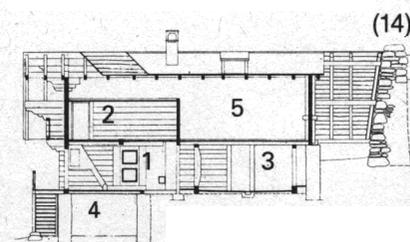


(13)

#### VERSANTE NORD DELLE ALPI OCCIDENTALI (zona 8)

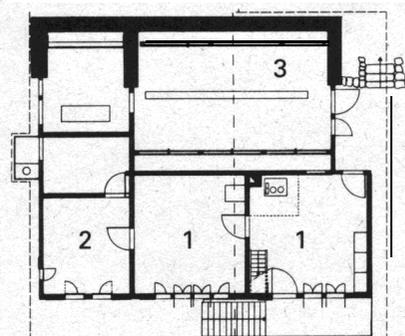
##### Châlet a Fort, Ormonts-Dessus (VD)

- insediamento sul versante soleggiato
- facciata principale verso sud
- animali verso nord e nello scantinato
- isolamento fieno, neve
- debole inerzia termica



(14)

- 1 soggiorno
- 2 camera
- 3 stalla delle mucche
- 4 stalla delle capre
- 5 fienile



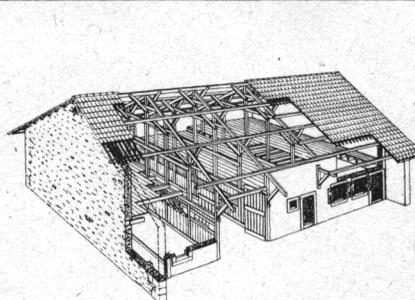
#### OVEST DELL'ALTIPIANO (zona 5)

##### Casa rurale, Versonnex (F)

- protezione dai venti dominanti
- costruzione contigua
- abitazione verso sud-ovest
- animali verso nord-ovest
- fieno sotto il tetto



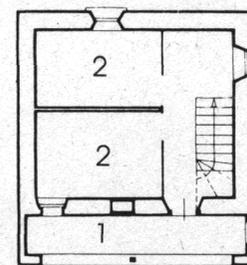
(15)



#### SUD DELLE ALPI (zona 12)

##### Casa a Gordola, Pont Sücc (TI)

- protezione dal sole
- muri spessi in pietra
- portico verso sud



(16)

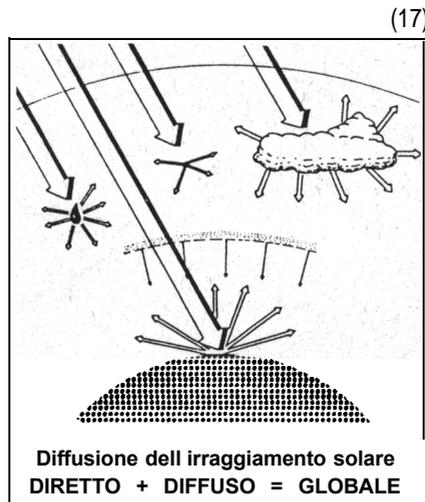
- 1 portico
- 2 camera
- cucina al piano terra



### A3.2 Irraggiamento solare e energia termica

#### IRRAGGIAMENTO SOLARE

All'esterno dell'atmosfera terrestre un piano orientato perpendicolarmente ai raggi del sole riceve una potenza di 1350 W/m<sup>2</sup>. Traversando l'atmosfera, l'irraggiamento solare viene diffuso e attenuato.



(18)

**Potenza dell'irraggiamento (W/m<sup>2</sup>)**

Giorno	limpido	medio	coperto
diretto	900	350	0
diffuso	100	150	100
globale	1000	500	100

limpido	medio	coperto
fresco, cielo azzurro e sereno	il sole spunta	nebbia fitta

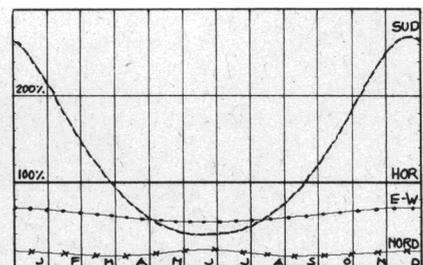
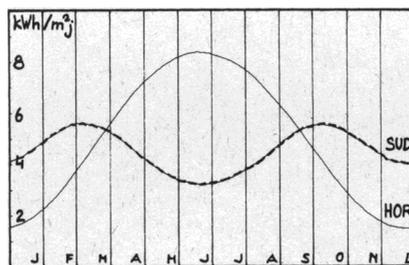
Le stazioni meteorologiche pubblicano delle misurazioni dell'irraggiamento globale sotto forma di energia media accumulata su un piano orizzontale di 1 m<sup>2</sup> per un periodo di tempo definito (giorno, mese..).

#### ORIENTAMENTO

Particolarità della facciata sud.

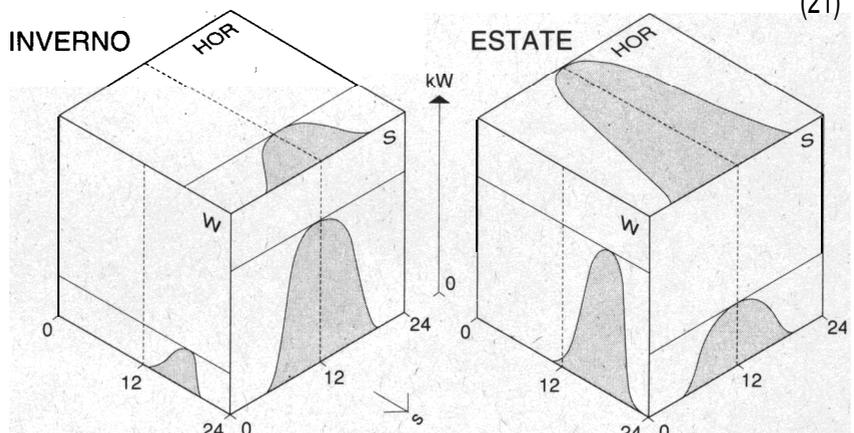
Più il sole è basso, più l'irraggiamento su un piano verticale orientato verso sud aumenta, presentando tuttavia un «vuoto» durante l'inverno: i giorni sono più corti e il cielo spesso coperto.

#### INSOLAZIONE GIORNALIERA (19) TABELLA DI TRASPOSIZIONE (20)



Energie ricevute su piani d'orientamento diversi, in percentuale per rapporto all'irraggiamento orizzontale (100%). Grafici e tabelle complementari allegati.

Ogni orientamento è caratterizzato, in particolare, dalle ore e dalla potenza dell'insolazione.



Durante l'inverno, la facciata verso sud riceve il maggior irraggiamento, contrariamente agli orientamenti est e ovest. In estate questo procedimento è capovolto. Le aperture verso sud hanno una capacità migliore di regolazione passiva, mentre gli altri orientamenti hanno un apporto massimo d'estate, quindi un rischio di surriscaldamento. Le ore durante le quali la potenza è al massimo variano secondo l'orientamento del piano esaminato.

### A3.3 Luce naturale

Il potenziale dell'illuminazione naturale è funzione della superficie visibile del cielo e delle riflessioni. vantaggi dell'illuminazione naturale sono:

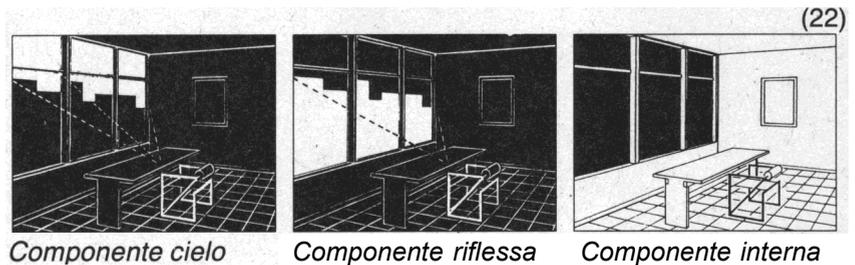
- eccellente rendimento luminoso
- eccellente resa dei colori
- gratuità.

L'illuminazione naturale è sottoposta a variazioni quantitative e qualitative costanti : alle nuvole, alla situazione geografica, all'orientamento, alla stagione e all'ora del giorno.

#### INTERAZIONI

La distribuzione dell'illuminazione naturale è direttamente legata alle scelte architettoniche.

La disposizione delle finestre, la profondità e la geometria del locale, il colore dei muri e del soffitto, come pure il mobilio, sono elementi che influenzano direttamente la distribuzione della luce naturale.



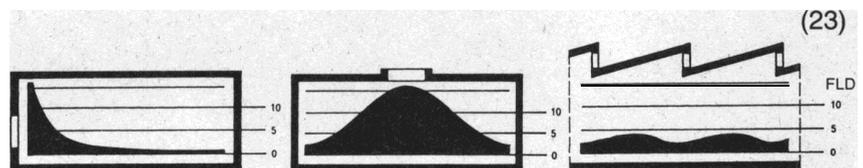
#### FLD

Il fattore di luce, diurna (FLD) permette un'analisi quantitativa della distribuzione luminosa all'interno di una stanza.

Il fattore di luce diurna (FLD) si misura quando è nuvoloso. È definito come rapporto tra l'illuminazione naturale su un piano di lavoro e l'illuminazione misurata contemporaneamente su un piano orizzontale all'esterno. Si compone di tre apporti distinti : componente del cielo, componente riflessa e componente interna.

#### STRUMENTI DELL'ANALISI

Con l'aiuto di un modellino si può rapidamente tracciare un grafico della ripartizione della luce per uno spazio definito (metodo allegato).



- queste curve sono valide solo per un cielo coperto
- l'illuminazione diminuisce molto in fretta allontanandosi dalle aperture
- l'illuminazione azimutale è molto efficiente ma richiede delle buone protezioni solari contro il surriscaldamento e l'abbagliamento.

#### OSSERVAZIONI

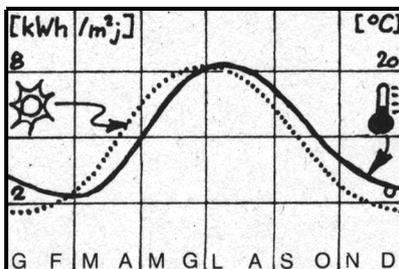
In realtà le condizioni sono molto variabili. Per questo è necessario pensare non solo in termini di «quantità» di luce (FLD), ma anche di qualità dell'illuminazione naturale.

- protezioni contro l'abbagliamento secondo l'orientamento, la meteorologia, la stagione, l'ora e la destinazione d'uso;
- colori utilizzati e i loro contrasti rispettivi : una stanza chiara procura un migliore benessere visuale;
- disposizione delle stanze in funzione della loro destinazione d'uso: per esempio, un lavoro su ordinatore richiede un'altro tipo d'illuminazione che il lavoro di disegno;
- dimensioni relative delle aperture:
  - piccola:** abbagliamento perchè la stanza è buia; apporto minimo
  - grande:** illuminazione uniforme, ma esposizione diretta al sole e importanti perdite termiche;
- può esistere una contraddizione tra illuminazione e energia;
- complementarità tra illuminazione naturale e artificiale (capitolo C).

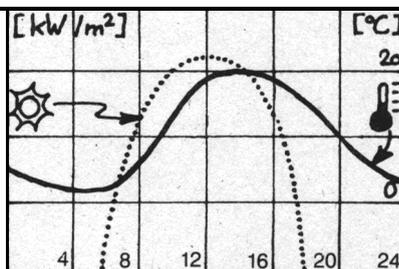
### A3.4 Temperatura

Le variazioni di temperatura sono prodotte dalle variazioni dell'irraggiamento solare e dipendono direttamente dalla quantità d'energia solare che arriva al suolo.

VARIAZIONI ANNUALI (24)



VARIAZIONI GIORNALIERE (25)



Il comportamento termico di un edificio dipende direttamente dalle variazioni della temperatura esterna e dall'irraggiamento solare.

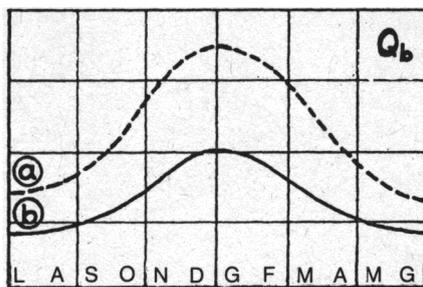
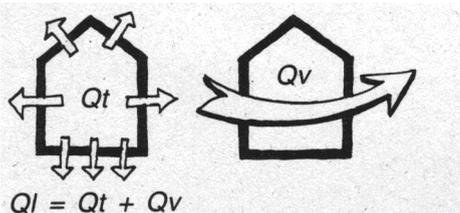
**Osservazione:** l'inerzia termica (suolo, edifici, ecc.) definisce l'ordine di grandezza dello sfasamento e dell'escursione delle temperature.

### A3.5 Bilancio termico

#### DISPERSIONE DI CALORE

( $Q_t + Q_v$ )

Perdite attraverso trasmissione dell'involucro  $Q_t$  e ricambio d'aria  $Q_v$ . La \*richiesta di calore\*  $Q_l$  compensa parzialmente le perdite termiche.



(a) poco isolato

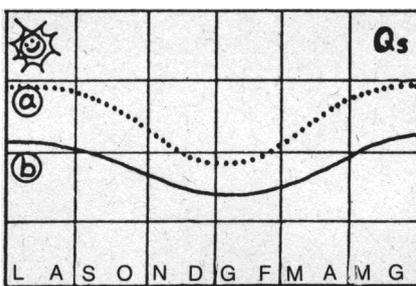
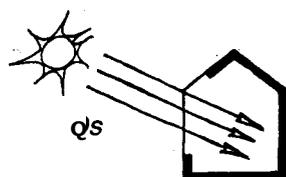
(b) ben isolato

(26)

La richiesta di calore dell'edificio dipende direttamente dalla differenza tra temperatura interna e esterna:  $\Delta T = T_{int} - T_{est}$ . I bisogni energetici sono elevati in inverno quando  $\Delta T$  è elevato. L'ampiezza dei bisogni è definita dalla qualità dell'isolamento dell'involucro e dal tasso di ricambio d'aria.

#### APPORTI SOLARI ( $Q_s$ )

Compensano parzialmente le perdite termiche.



(a) energia solare incidente per  $m^2$  di apertura.

(b) apporti solari attraverso i vetri. Dipendono dall'efficacia dei dispositivi di captazione, cioè: tapparelle, telai, schermature, qualità del vetro, tende, ecc.

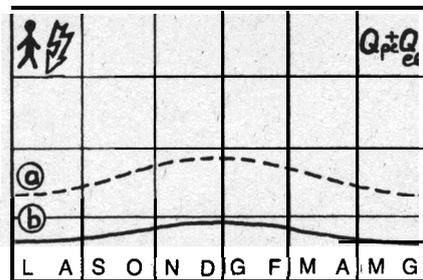
(27)

#### APPORTI INTERNI

Calore emesso dagli occupanti  $Q_{pe}$  e le apparecchiature elettriche  $Q_{el}$ ; compensano parzialmente le perdite termiche.



$Q_{ap} = Q_{pe} + Q_{el}$



(a) edificio amministrativo. Gli apporti interni sono importanti: illuminazione e ordinatori. Le scuole hanno un diagramma simile, anche se la fonte di calore principale sono gli allievi.

(b) appartamento

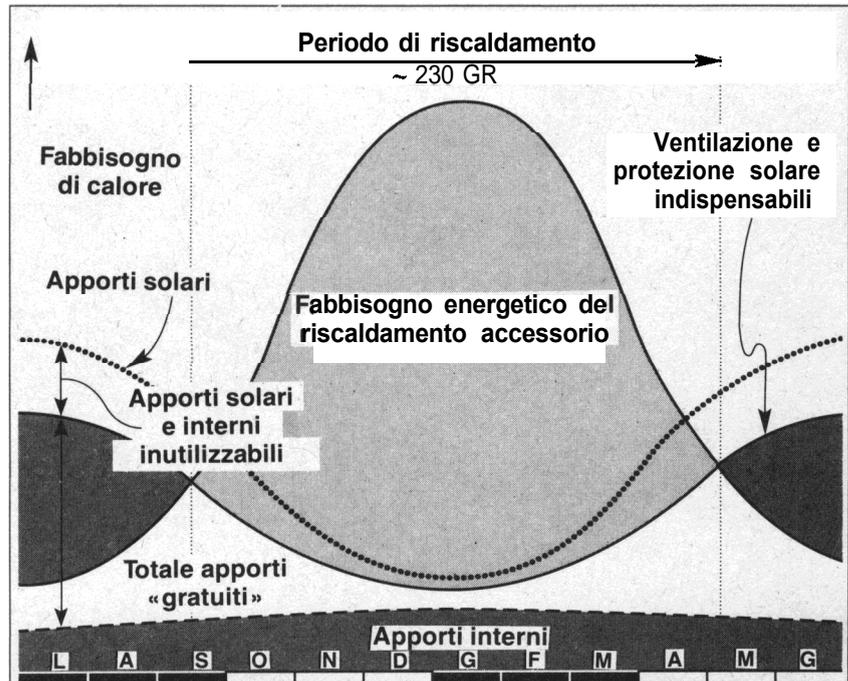
(28)

In generale si può constatare un leggero aumento di apporti interni durante l'inverno. Questo è dovuto all'illuminazione artificiale.

**BILANCIO ANNUALE**

Questa rappresentazione permette di constatare che esiste un legame diretto tra concezione dell'edificio e comportamento dello stesso di fronte al clima.

Sovrapponendo su un grafico la somma degli apporti interni e solari con le perdite (29) si possono «**calcolare**» i bisogni in riscaldamento perchè costituiscono la differenza tra i bisogni di calore e gli apporti di calore utilizzabili:  $Q_r = Q_l - f_{ap} (Q_s + Q_{pe} + Q_{el})$ ,  $f_{ap}$  definisce il tasso d'utilizzo degli apporti «**gratuiti**» (sole, persone, apparecchi elettrici), cioè la capienza dell'edificio e la volontà degli utenti di utilizzare questa energia.



**OSSERVAZIONI**

La superficie compresa tra le due curve rappresenta una quantità di energia. Più la superficie è grande, più la quantità di energia è importante. Questo grafico permette di capire rapidamente il funzionamento termico di un edificio nel corso dell'anno e di evidenziare l'importanza dei diversi dispositivi da eseguire.

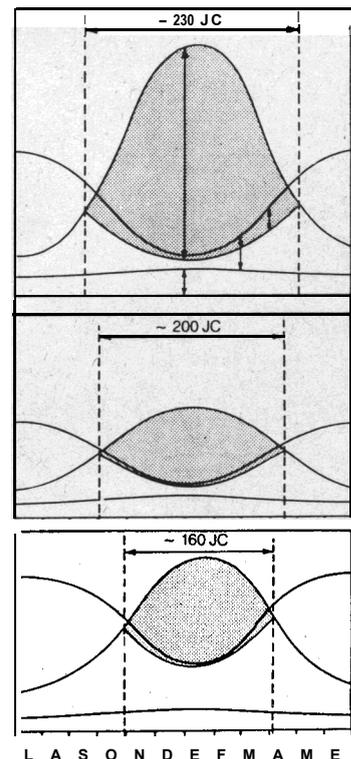
**DIAGRAMMI TIPICI**

Ogni edificio è caratterizzato da un bilancio (diagramma) energetico significativo.

**Edificio convenzionale:** lungo periodo di riscaldamento; forte consumo energetico.

**Edificio con poco consumo energetico ben isolato** con apporti normali di energia solare: lungo periodo di riscaldamento, debole potenza della caldaia.

**Edificio con poco consumo energetico con sfruttamento di energia solare passiva** : breve periodo di riscaldamento, importante potenza calorica di punta della caldaia.



(30)

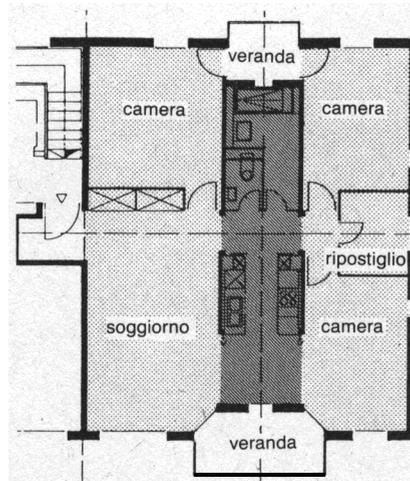
## A4 Tipologia e insediamento

È anzitutto indispensabile, limitare le perdite termiche, ottimare e conservare gli apporti solari. La ripartizione termica per zone e la geometria dell'involucro sono, assieme ad un buon isolamento, gli elementi che permettono di ridurre il fabbisogno di riscaldamento.

### A4.1 Ripartizione termica per zone

Dal punto di vista termico è meglio raggruppare i locali che hanno livelli di temperatura e periodi di occupazione simili.

(31)



Raggruppamento delle superfici in pianta:

- concentrare i locali più esigenti dal punto di vista della temperatura al centro dell'edificio
- ripartire i locali meno riscaldati verso la periferia

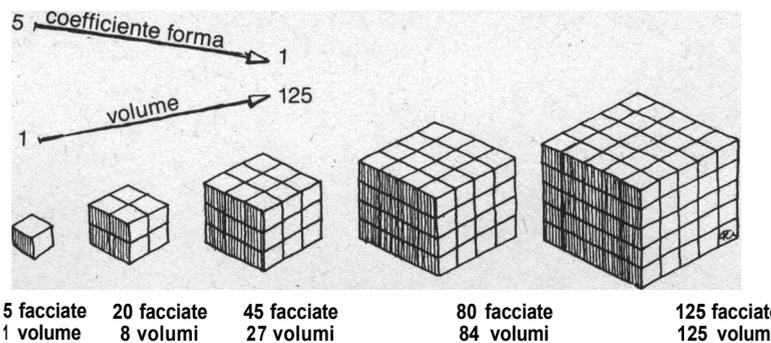
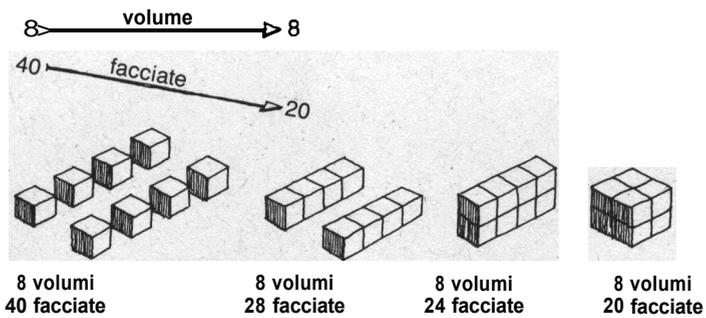
CALDO   
 TEMPERATO   
 NON RISCALDATO

Complesso residenziale, Prévèrenes (Scheda N. 5)

### A4.2 Geometria dell'involucro

La grandezza e la geometria dell'edificio condizionano, in parte, i bisogni di riscaldamento. Gli edifici contigui avranno meno perdite termiche per trasmissione di quelli isolati. Lo stesso vale per gli edifici compatti rispetto a quelli stretti, con tanti intagli. E ancora per quelli di ampio volume (amministrativi) rispetto alle piccole ville.

(32)



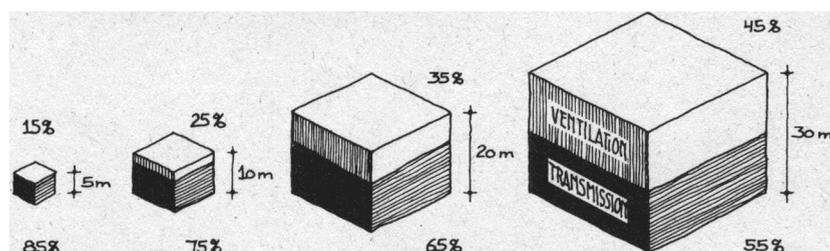
Fattore forma : evoluzione per diversi tipi d'aggregazione e dimensioni di un cubo.

(33)

#### FATTORE FORMA

Questo effetto della forma dell'involucro può essere valutato dal fattore forma, che viene definito dalla superficie dell'involucro in contatto con l'aria esterna diviso per il volume dell'involucro.

Questo fattore può variare da  $> 1$  a  $c 0,2$ , diminuendo l'importanza, per i grandi edifici, di un buon isolamento della facciata. Sarà invece molto importante studiare bene i sistemi di ventilazione e d'aerazione perchè costituiscono, in questo caso, la fonte più significativa delle perdite.



% ventilazione e trasmissione in funzione del volume di un cubo. (Ricambio d'aria: 0,5 v/h; trasmissione termica:  $k = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

### A4.3 Orientamento degli spazi

La maggior parte dei corsi d'architettura propongono una disposizione delle attività e dei locali corrispondenti, in funzione dell'orientamento e del moto del sole (34).

Naturalmente queste indicazioni non sono imperative, ma importanti, perchè rivelano un modo di vivere e un tipo di relazione verso l'ambiente.

*Organizzazione degli spazi secondo Neufert (1955).*

#### PIANTA TIPO

##### Tipologia nord-sud

Gli edifici d'abitazione con le facciate principali nord-sud, concentrano i locali abitabili verso sud e i servizi verso nord. Si tratta di piccoli appartamenti o di appartamenti duplex, con al massimo una camera verso nord. La facciata sud presenta, in questo caso, un buon potenziale per l'utilizzazione dell'energia solare.

##### RACCOMANDAZIONI :

raggruppare a nord i locali con un debole fabbisogno termico e luminoso (entrate, circolazioni, bagni...)

raggruppare a sud le stanze più utilizzate durante il giorno (soggiorno, camere dei bambini, cucina...)

##### Tipologia est-ovest

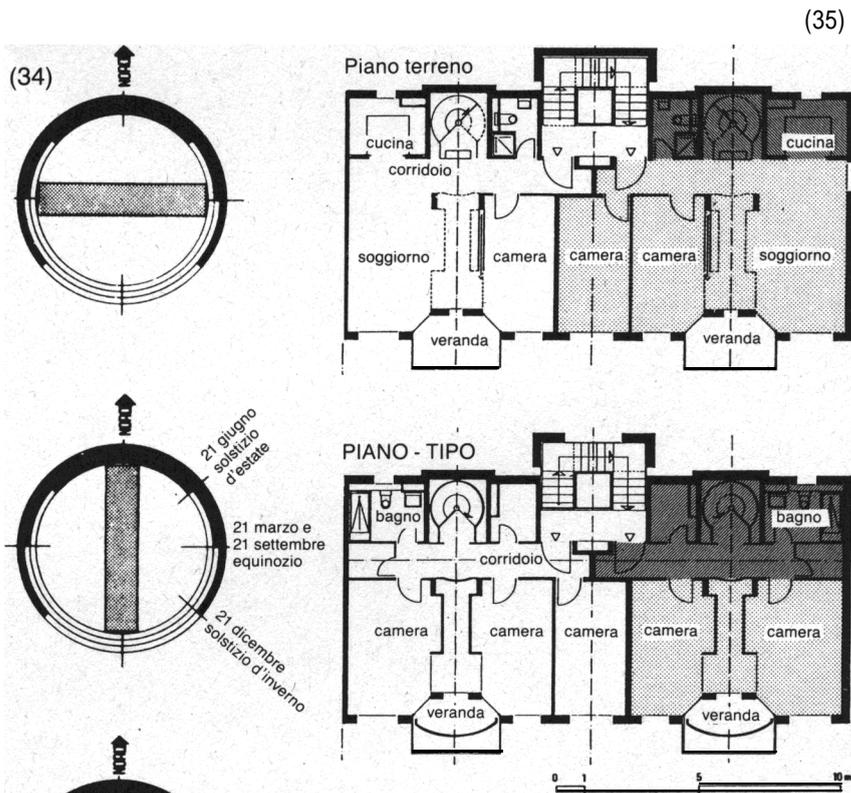
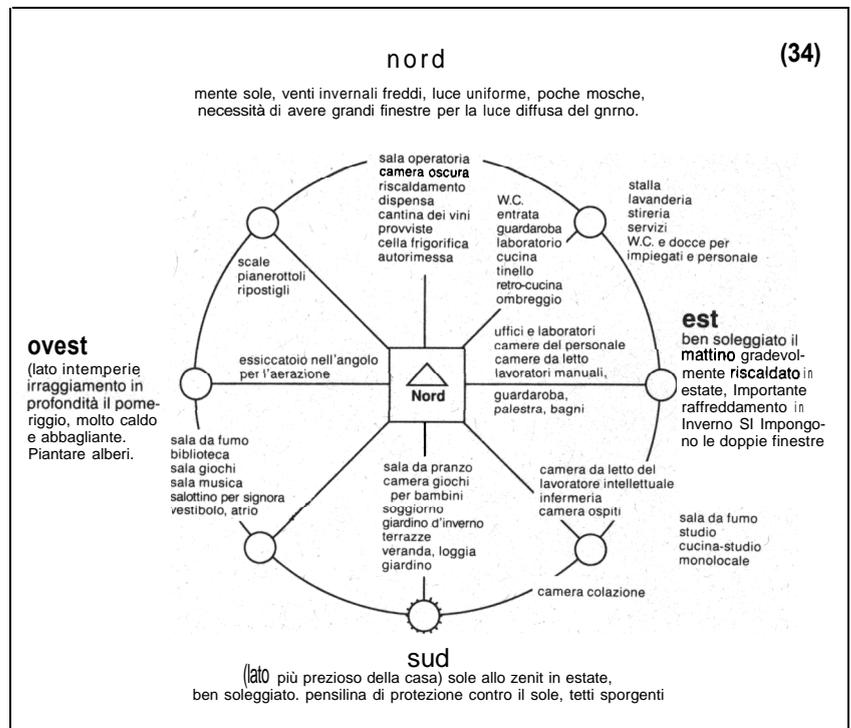
Le facciate principali est-ovest sono più adatte a grandi appartamenti trasversanti con separazione giorno (ovest), notte (est).

##### INCONVENIENTI :

Poco sole d'inverno e necessità di proteggere le facciate d'estate.

##### Orientamenti intermedi

Gli orientamenti intermedi possono proporre un compromesso tra le due situazioni opposte e permettere un adattamento al clima locale (per esempio nebbie mattutine).

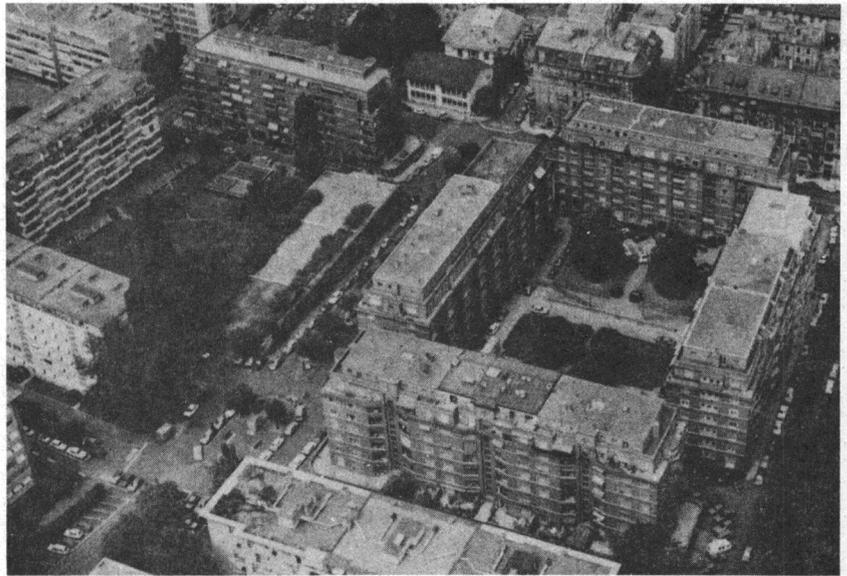


*Casa d'affitto a Préverenges, tipologia NORD-SUD, duplex.*

### A4.4 Insemediamento

Il potenziale solare passivo delle costruzioni è determinato, principalmente, dall'insemediamento degli edifici.

Le relazioni che risultano dal raffronto con gli altri edifici, gli alberi e la topografia, condizionano il disagio provocato dalle ombre riportate. L'insemediamento degli edifici modifica il microclima dell'ambiente diretto e favorisce, o aggrava, le condizioni climatiche degli edifici vicini; questo soprattutto per gli spazi esterni.



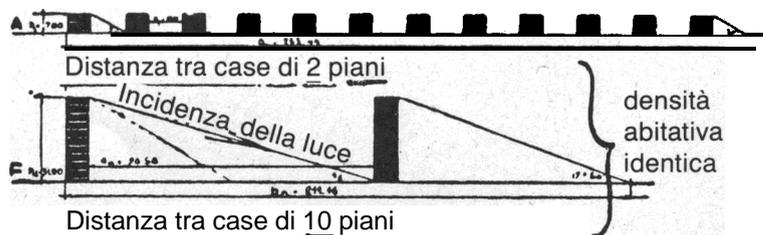
Zona urbana, square Montchoisy a Ginevra, arch. Brailard (36)

### DENSITÀ

#### FORTE

I luoghi urbani sono spesso piccoli e con un tasso d'occupazione elevato, ciò che implica una scelta d'insemediamento limitata. Preservare l'accesso al sole per la parcella e per le altre vicine o per gli edifici nei dintorni rimane difficile. L'elevata densità presuppone invece, una protezione climatica migliore e permette delle sistemazioni che traggono profitto da questa particolarità (36).

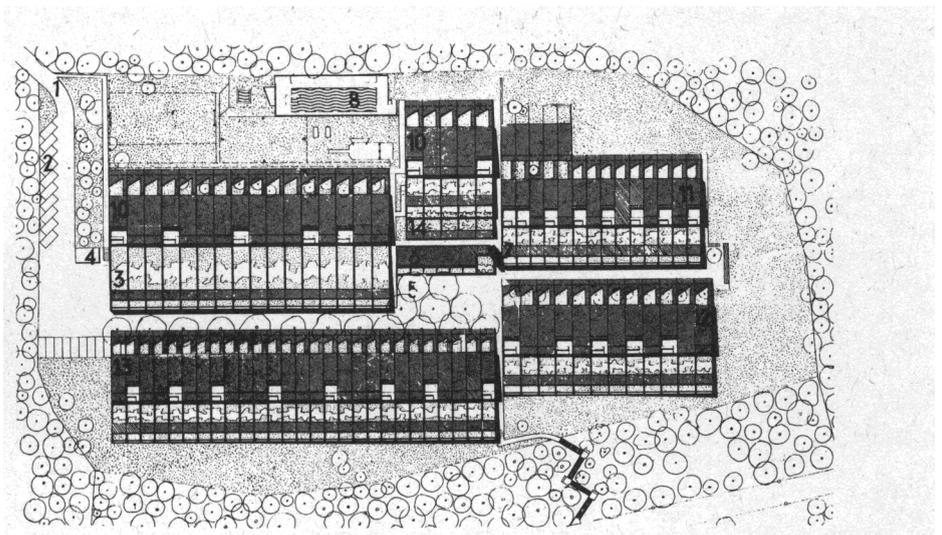
### Secondo Gropius: INSEDIAMENTO A FASCE PARALLELE



Studio d'irraggiamento solare per edifici orientati nord-sud (37)

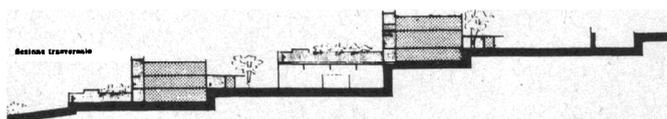
#### MEDIA

Durante l'elaborazione dei piani di quartiere, le zone periferiche lasciano più spazio alla libertà d'insemediamento anche se impongono delle densità che necessitano uno studio approfondito dell'irraggiamento solare. Escludono la possibilità di giardini privati oltre i tre o quattro piani (37).



#### DEBOLE

Nelle zone suburbane la geometria delle parcella, i regolamenti comunali o di quartiere, l'arborizzazione, gli accessi condizionano, spesso, l'orientamento e la sagoma degli edifici (38).



(38)

Insemediamento in zona periferica urbana Siedlung Halen Berna, architetti Atelier

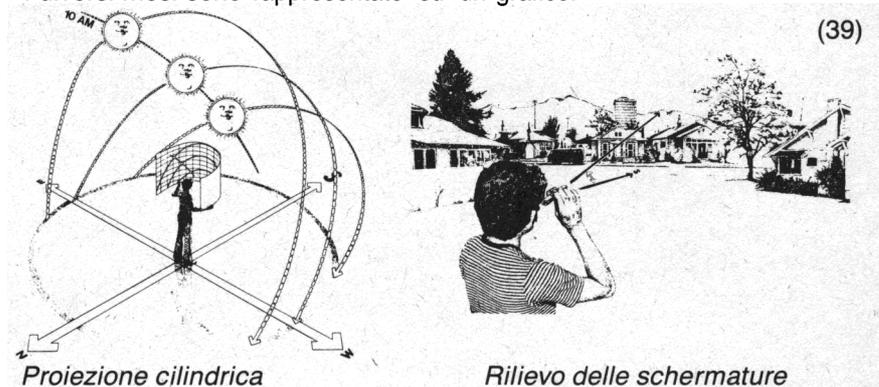
Esistono diversi metodi, semplici, che permettono lo studio dell'irraggiamento del luogo, il rilievo delle schermature, lo studio delle ombre proprie e riportate, sul progetto. Si tratta di simulare il moto apparente del sole per poter prevedere il comportamento nella realtà dell'edificio e dei dispositivi solari.

### A4.5 Irraggiamento solare del luogo

#### MOTO APPARENTE DEL SOLE

Proiezione cilindrica e stereografica: questi metodi permettono di stimare la diminuzione dell'irraggiamento globale in funzione delle schermature per un punto preciso nello spazio. Facilitano la scelta dell'insediamento del progetto considerando le schermature (accesso al sole).

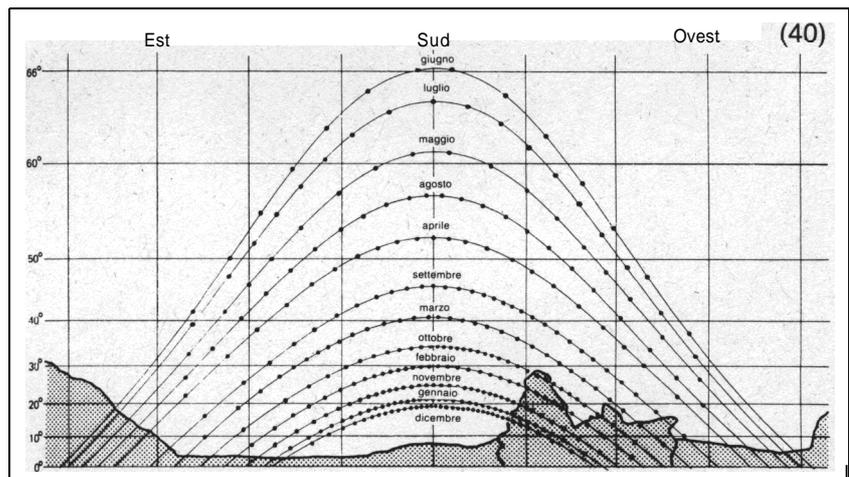
La posizione del sole è data dall'altezza per rapporto all'orizzontalità e il suo azimut (direzione rispetto al nord). Le posizioni per le diverse ore e i diversi mesi sono rappresentate su un grafico.



#### RILIEVO DELLE SCHERMATURE

Ogni punto nello spazio può essere ugualmente delineato dalla sua altezza e dal suo azimut. La sovrapposizione del grafico del moto apparente del sole sul rilievo delle schermature, permette una lettura immediata delle ore e dei giorni di visibilità del sole (con il bel tempo).

#### PROIEZIONE CILINDRICA



Ogni punto mascherato rappresenta una diminuzione dell'irraggiamento globale del 2%. Si può considerare la vegetazione, secondo la specie e la sua densità, come una schermatura stagionale (ombra d'estate, più 0 meno trasparente in inverno...). Vedi metodo completo nel documento SIA D010.

#### DISPOSITIVI

esistono diversi dispositivi che permettono il rilievo delle schermature:

Héliochron : un cilindro trasparente sul quale sono impresse le traiettorie del sole, viene messo a livello e orientato verso sud. Attraverso un punto vengono individuate le schermature che si riportano su un diagramma previsto a tale scopo;

un altro metodo semplice e poco costoso è quello di utilizzare una bussola, un goniometro e un livello...

PROTEZIONE STEREOGRAFICA

Foto con un obiettivo «fisheye» (angolo d'apertura 180°) alla quale si sovrappone il moto del sole. Questo metodo permette una verifica precisa e rapida delle schermature per i diversi punti analizzati. È particolarmente adatto per determinare l'insediamento del progetto. (Metodo a Ilegato).

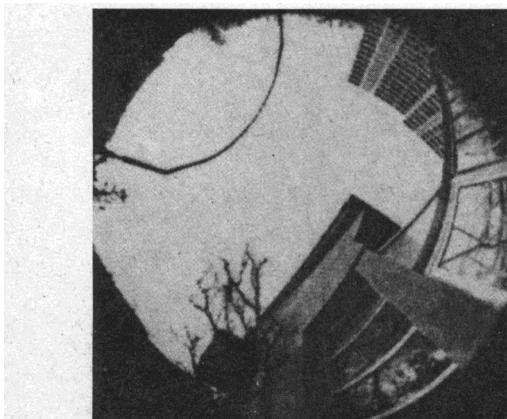
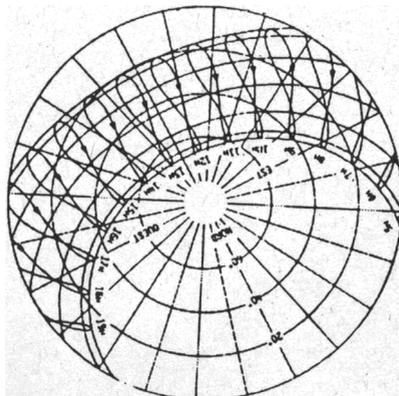
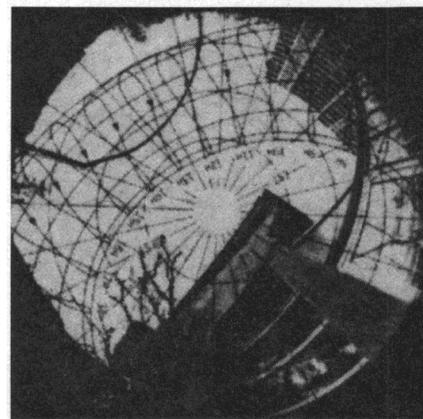


foto del luogo



moto del sole



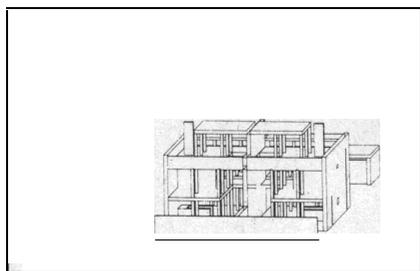
sovrapposizione

**A4.6 Simulazione dell'irraggiamento solare**

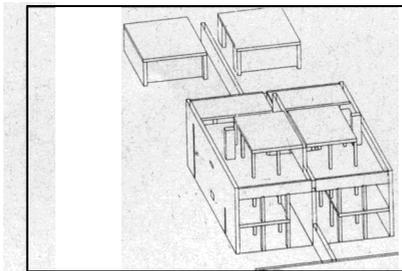
Simulazione su ordinatore  
 Simulazione del moto del sole su ordinatore: **programma CAD.**

Tutti i metodi di simulazione permettono la visualizzazione dell'irraggiamento solare del progetto nelle diverse scale, dal dettaglio al piano di situazione.

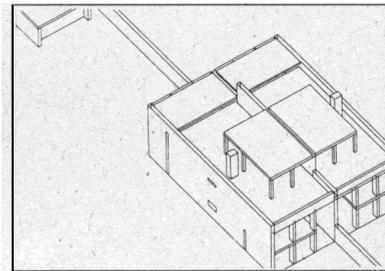
Lo spettatore osserva l'oggetto dalla posizione calcolata del sole. In questo modo, ogni parte invisibile nella prospettiva può essere considerata all'ombra. Come per lo spettatore, anche per i raggi del sole queste superfici sono (<invisibili>).



21 giugno - ore 5



21 giugno - ore 7

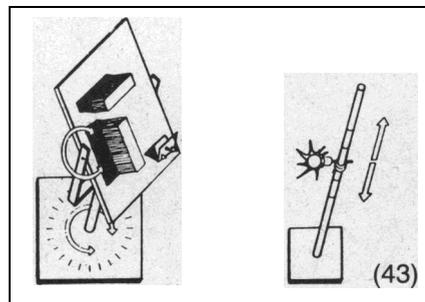


21 giugno - ore 9 (42)

Questo metodo si rivolge in particolare agli uffici che sono già attrezzati di CAD.

**SIMULAZIONE SUL MODELLINO**  
 Simulazione del moto del sole attraverso un **modellino:**

Il modellino viene esposto al sole. Un quadrante solare fissato sul modellino indica l'ora e il giorno che corrispondono a questo orientamento.



Al di là di un semplice ticalcolon delle ombre, questo metodo offre una stima qualitativa dello «spazio-luce» e si presta allo studio di dispositivi d'illuminazione naturale (daylighting).

Delle varianti più sofisticate utilizzano un cielo artificiale e dei lux-metri che permettono di fornire risultati quantitativi.

Questo metodo è particolarmente indicato per lo studio di scuole, musei e edifici amministrativi. (Meridiana allegata).

# AX ALLE GATI

# AX1 Benessere

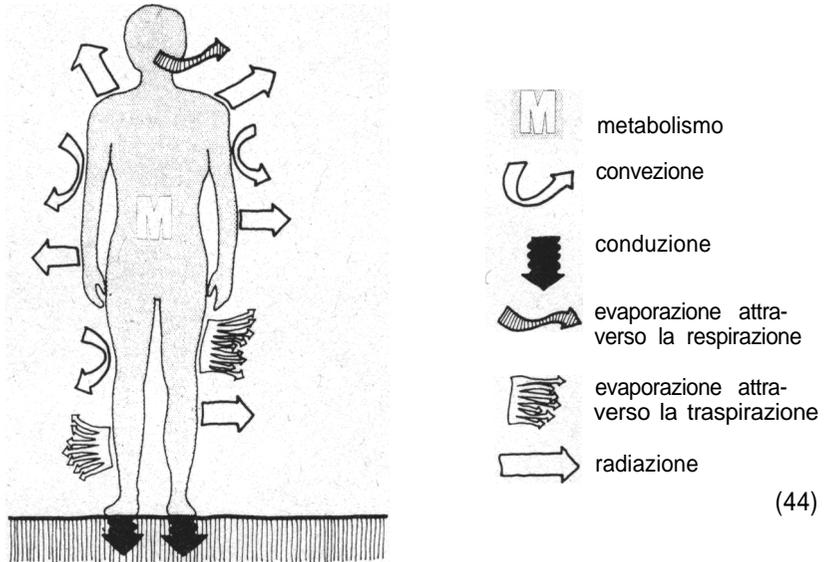
I bisogni di benessere del corpo umano determinano le prestazioni climatiche interne che l'abitazione deve assicurare.

## LIVELLO DI CONTROLLO DEL BENESSERE:

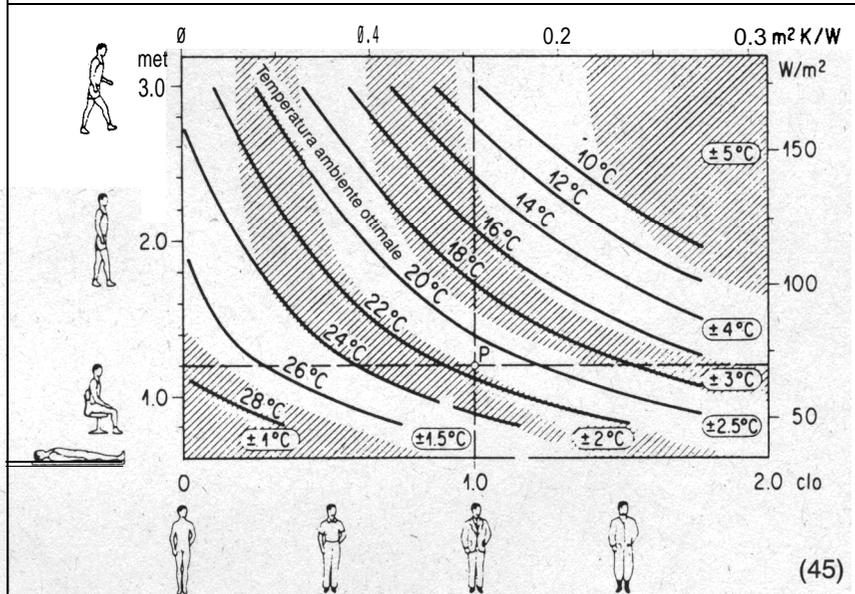
Fra gli innumerevoli fattori che intervengono sulla sensazione di benessere, la temperatura e la luce hanno un'importanza particolare nella concezione solare.

## TEMPERATURA

Si può determinare la temperatura piacevole in funzione dell'attività (met) e dell'abbigliamento (clo).



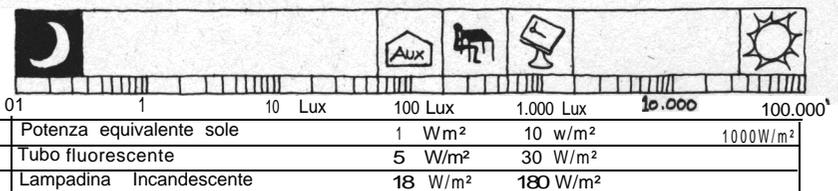
Una prima regolazione del benessere viene effettuata al livello del metabolismo e della traspirazione della pelle. I vestiti costituiscono una seconda pelle che permette di ridurre le perdite di calore. Nella stessa logica, l'involucro dell'abitazione che oltretutto serve a delimitare lo spazio per le diverse attività agisce come una pelle che regola il clima esterno e interno.



Ne consegue che una persona vestita normalmente e che effettua un lavoro da seduto (di tipo terziario) necessita di una temperatura ambiente di 21° ±2,5° C.

## ILLUMINAZIONE

I bisogni d'illuminazione sono pure funzione del tipo d'attività.

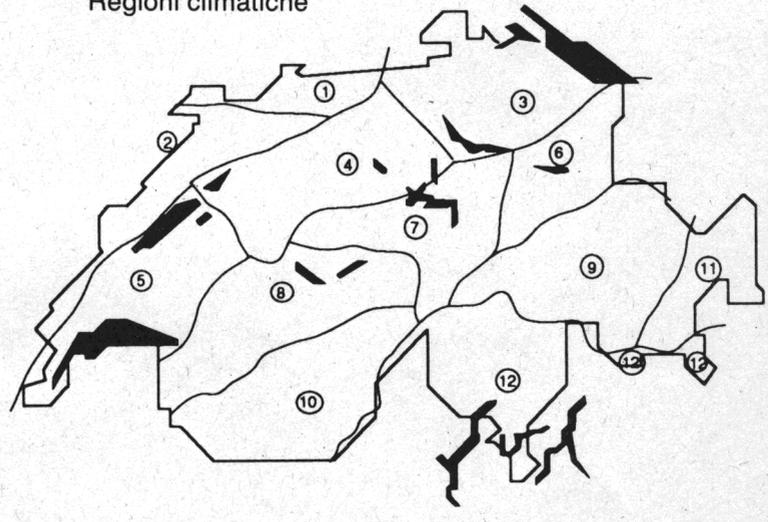


Al di là della «quantità» della luce bisogna studiare attentamente i problemi d'abbagliamento e di resa dei colori («qualità dell'illuminazione»). Vedi A2.3 e C5.

# AX2 Dati meteorologici

Regioni climatiche

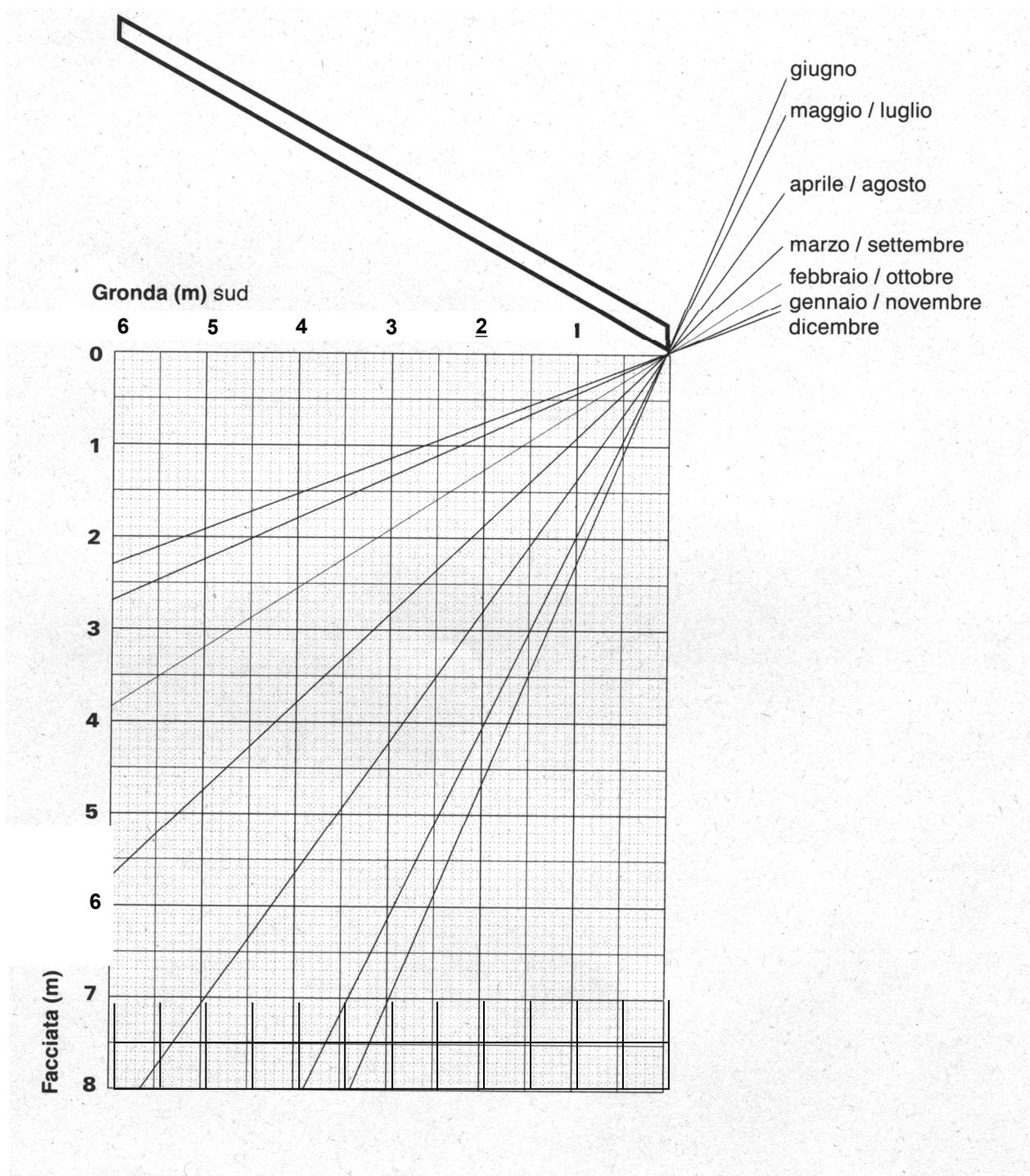
- 1 Giura orientale
- 2 Giura occidentale
- 3 Nord-est dell'Altipiano
- 4 Altipiano centrale
- 5 Ovest dell'Altipiano
- 6 Versante nord delle Alpi orientali
- 7 Versante nord delle Alpi centrali
- 8 Versante nord delle Alpi occidentali
- 9 Nord e centro dei Grigioni
- 10 Vallese
- 11 Engadina
- 12 Sud delle Alpi



Te Temperatura esterna (°C)  
 GG gradi-giorno di riscaldamento 20/12 (K<sup>2</sup>giorni)  
 G irraggiamento globale (MJ/m<sup>2</sup>)  
 Gh piano orizzontale (MJ/m<sup>2</sup>)  
 Gs piano verticale sud (MJ/m<sup>2</sup>)  
 Ge piano verticale est (MJ/m<sup>2</sup>)  
 Gw piano verticale ovest (MJ/m<sup>2</sup>)  
 Gn piano verticale nord (MJ/m<sup>2</sup>)

	Région 1 Bâle Alt:316 m							Région 2 Chaux-de-Fonds Alt:990 m							Région 3 Zurich Alt: 556 m							
	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	
jan	0	619	114	181	70	81	401	-1	659	136	216	83	97	48	-1	655	106	169	65	75	37	jan
fév	2	500	166	217	96	110	48	0	559	198	259	115	131	57	1	533	179	234	104	118	52	fév
mar	5	465	294	276	168	168	76	2	557	329	309	188	188	86	4	502	316	297	180	180	82	mar
avr	10	273	439	307	237	241	105	7	390	484	341	263	268	117	9	305	458	321	247	252	110	avr
mai	13	120	534	283	283	278	150	10	257	559	296	296	291	157	12	167	579	307	307	301	162	mai
juin	17	27	593	279	308	297	166	14	97	605	284	315	303	169	16	54	618	390	321	309	173	juin
juil	18	7	626	307	319	319	163	16	46	649	318	331	331	169	18	22	657	322	335	335	171	juil
aoû	17	8	511	327	276	276	112	15	59	532	340	287	287	117	16	26	531	340	287	287	117	aoû
sep	15	47	380	342	209	224	87	13	120	401	361	221	237	92	14	74	389	350	214	230	89	sep
oct	10	233	255	306	143	156	69	9	302	219	349	163	178	79	10	261	248	298	139	151	67	oct
nov	5	442	123	197	73	82	38	4	489	141	226	-83	94	44	4	471	121	194	71	81	38	nov
dec	3	607	95	178	62	71	35	-1	650	120	224	78	90	44	-1	647	83	155	54	62	31	dec
total	9.58	3348	4130	3200	2244	2384	1089	7.33	4185	4373	3523	2423	2495	1179	8.5	3717	4285	3377	2324	2381	1129	tota
	Région 4 Berne Alt: 572 m							Région 5 Genève Alt:405 m							Région 6 Glaris Alt: 480 m							
jan	-1	661	111	176	68	79	39	1	591	104	165	63	74	36	-2	683	130	207	79	92	46	jan
fév	1	532	178	233	103	117	52	3	481	180	236	104	119	52	0	554	193	253	112	127	56	fév
mar	4	499	310	291	177	177	81	5	451	331	311	189	189	86	3	530	330	310	188	188	86	mar
avr	9	305	457	320	247	251	110	10	250	479	335	259	263	115	8	318	449	314	242	247	108	avr
mai	12	148	555	294	294	289	155	14	85	587	311	311	305	164	12	172	565	299	299	294	158	mai
juin	16	42	625	294	325	313	175	16	11	655	308	341	328	183	16	50	595	280	309	298	167	juin
juil	18	16	657	322	335	335	171	20	0	702	344	356	358	183	17	22	630	309	321	321	164	juil
aoû	17	17	528	338	285	285	116	19	0	562	360	303	303	124	17	27	526	337	284	284	116	aoû
sep	15	66	394	355	217	232	91	16	24	400	360	220	236	92	14	86	401	361	221	237	92	sep
oct	10	262	256	307	143	156	69	11	202	248	298	139	151	67	10	287	270	334	156	170	57	oct
nov	4	475	121	194	71	81	38	6	409	115	184	68	77	36	4	469	133	213	78	89	41	nov
dec	-1	645	92	172	60	69	34	2	568	83	155	54	62	31	-2	678	105	196	68	79	39	dec
total	8.67	3668	4284	3296	2325	2384	1131	10.4	3072	4446	3367	2409	2465	1169	8.08	3876	4335	3413	2357	2426	1130	tota
	Région 7 Göschenen Alt:1109 m							Région 8 Interlaken Alt:568 m							Région 9 Davos Alt:1561m							
jan	-3	700	144	229	88	102	50	-1	662	137	218	84	97	48	-6	813	174	277	106	124	61	jan
fév	-2	611	212	278	123	140	61	0	549	187	245	108	123	54	-5	712	247	324	143	164	72	fév
mar	0	606	367	345	209	209	95	3	520	324	305	185	185	84	-3	700	428	402	244	244	111	mar
avr	5	456	493	345	266	271	118	8	318	439	307	237	241	105	2	528	543	380	293	299	130	avr
mai	8	325	590	313	313	307	165	12	153	540	286	286	281	151	7	401	615	326	326	320	172	mai
juin	12	155	594	279	309	297	166	16	47	580	273	302	290	162	11	214	596	280	310	298	167	juin
juil	14	104	626	307	319	319	163	17	19	626	307	319	319	163	12	151	633	310	323	323	165	juil
aoû	13	124	515	330	278	278	113	16	24	515	330	278	278	113	11	195	548	351	296	296	121	aoû
sep	12	166	400	360	220	220	92	14	78	400	360	220	236	92	9	282	445	401	245	263	102	sep
oct	8	358	302	362	169	169	82	9	299	292	350	164	178	79	5	460	339	407	190	207	92	oct
nov	2	529	148	237	67	87	46	4	483	144	230	85	96	45	-1	618	184	294	109	123	57	nov
dec	-2	695	126	236	82	82	47	-1	648	119	223	77	89	44	7	807	155	290	101	116	57	dec
total	5.58	4849	4517	3621	2463	2481	1198	8.08	3800	4303	3434	2345	2413	1140	4.08	5881	4907	4042	2686	2777	1307	tota
	Région 10 Sion Alt:549 m							Région 11 Saint-Moritz Alt:1833m							Région 12 Lugano Alt: 275 m							
jan	-1	639	148	235	90	105	52	-7	847	151	240	92	107	53	2	561	148	235	90	105	52	jan
fév	2	502	219	287	127	145	64	-6	736	246	322	143	162	71	4	450	202	265	117	133	59	fév
mar	6	445	383	360	218	218	100	-4	734	435	409	248	248	113	7	382	358	337	204	204	93	mar
avr	10	227	521	365	281	287	125	5	573	556	389	300	306	133	12	185	478	335	258	263	115	avr
mai	14	74	611	324	324	318	171	5	454	640	339	339	333	179	15	36	562	298	296	292	157	mai
juin	18	11	665	313	346	333	186	9	290	634	298	330	317	178	19	5	653	307	340	327	183	juin
juil	20	2	715	350	365	365	186	11	209	672	329	343	343	175	21	0	701	343	358	358	182	juil
aoû	18	4	582	372	314	314	128	10	249	551	353	298	298	121	20	0	561	359	303	303	123	aoû
sep	16	34	447	402	246	264	103	8	341	433	390	236	255	100	18	5	394	355	217	232	91	sep
oct	11	215	319	383	179	159	86	4	493	336	403	188	205	90	13	112	301	361	169	184	81	oct
nov	5	451	163	261	96	109	51	-2	646	168	269	99	113	52	7	375	153	245	90	103	47	nov
dec	0	633	135	252	88	101	50	-7	835	136	254	88	102	50	3	533	147	275	96	110	54	dec
total	9.92	3237	4908	3904	2674	2718	1302	1.83	6407	4958	3995	2706	2789	1316	11.8	2644	4658	3715	2540	2614	1247	tota
	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	

## AX3 Calcolatrice dell'ombra



**Il grafico permette di determinare la sporgenza della gronda che deve proteggere dal sole in estate pur garantendo d'inverno apporti solari massimi.**

Calcolare la gronda in funzione dell'altezza della facciata da proteggere e dei mesi dov'è esiste il rischio di surriscaldamento (giugno-luglio).

*(valido per orientamenti verso sud  $\pm 30^\circ$  e latitudini tra  $45^\circ$  e  $48^\circ$  nord).*

## AR Bibliografia riferita alle rappresentazioni

SIA D 035 «Demonstrationsprojekt Schulhaus Gumpenwiesen», gennaio 1989	(4)
«Ingénieurs et Architectes Suisses», gennaio 1984	(8)
<<Les cahiers du service de chauffage», Ville de Genève, settembre 1989	(11, 12)
Norma SIA 380/1	(13)
«Relevés de constructions rurales du canton de Vaud», 1972, EPFL, F. Aubry	(14, 15)
<<La casa rurale nel Canton Ticino,, vol. II, Tipografia G. Krebs AG	(16)
«Initiation à l'énergie solaire pratique», R. Bruckert, 1979	(17)
Da «Energétique du bâtiment 1 », C.-A. Roulet, 1987, Presses Polytechniques Romandes	(18)
<<Archi bio», J.-L. Izard, Parenthèses, 1979	(21)
SIA D 056 «Le soleil-Chaleur et lumière dans le bâtiment », marzo 1990	(22, 30)
<<Lumière du jour», Schweizerische Technische Zeitschrift, No 38139	(23)
«Les éléments des projets de construction », E. Neufert, 1954	(34)
Dall'opuscolo <<Premier prix romand d'architecture solaire, 1989>>	(35)
Cahiers d'urbanisme, <<Le bruit dans la ville>>, Ville de Genève, 1989	(36)
«Befreites Wohnen», S. Giedion, 1929, Orell Fussli Verlag	(37)
«I modelli di progettazione...», L. Benevolo, 1969	(38)
«Passive Solar Energy Book», E. Mazria, 1980, Rodale Press	(39)
SIA D 010 «Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung», dicembre 1986	(40)
<<Archi de Soleil», P. Bardou, Parenthèses, 1978	(44)
Da «Planification Intégrale, Volume A», OFQC, 1985	(45)

*Altre illustrazioni e figure realizzate per questa pubblicazione: P. Gallinelli, CUEPE.*

# **Sole e architettura - Guida pratica per la progettazione**

## **B - Dispositivi solari passivi**

**Sole e architettura -  
Guida pratica per la progettazione**

**Gruppo di lavoro**

R. Contini Knobel  
J.-C. Enderlin  
P. Gallinelli  
B. Lachal  
H. Marti  
P Minder  
P Schweizer  
W. Weber

**Responsabile della parte B**

Rita Contini Knobel

**Edizione italiana e adattamento**

A cura del Dipartimento del Territorio  
Sezione protezione aria e acqua  
6500 Bellinzona

**Traduzione**

Ursula Bolli

**Associazioni organizzatrici**

ATS	Associazione tecnici svizzeri
APS	Associazione professionale svizzera degli incaricati dell'energia nell'impresa
PROMES	Association des professionnels romands de l'énergie solaire
SIA	Società svizzera degli Ingegneri e Architetti
SSES	Società svizzera per l'energia solare

ISBN 3-905232-10-3

Copyright © 1992 Ufficio federale dei problemi congiunturali, 3003 Berna.

Riproduzione degli estratti autorizzata con indicazione della fonte.

Diffusione: Ufficio federale degli stampati e del materiale, 3000 Berna (N° di ordinazione 724.212 i).

Form. 724.212 i 12.92 500 62205

# B - Dispositivi solari passivi

---

## Indice

**BI** Introduzione

**B2** Elementi di architettura solare

**B2.1** Separazioni interno / esterno

**82.1** .l finestra / finestra sporgente / bovindo

B2.1.2 collettore-finestra

B 2.2 Spazi collettori

B2.2.1 giardino d'inverno / veranda

B2.2.2 atrio

B2.3 Altri sistemi

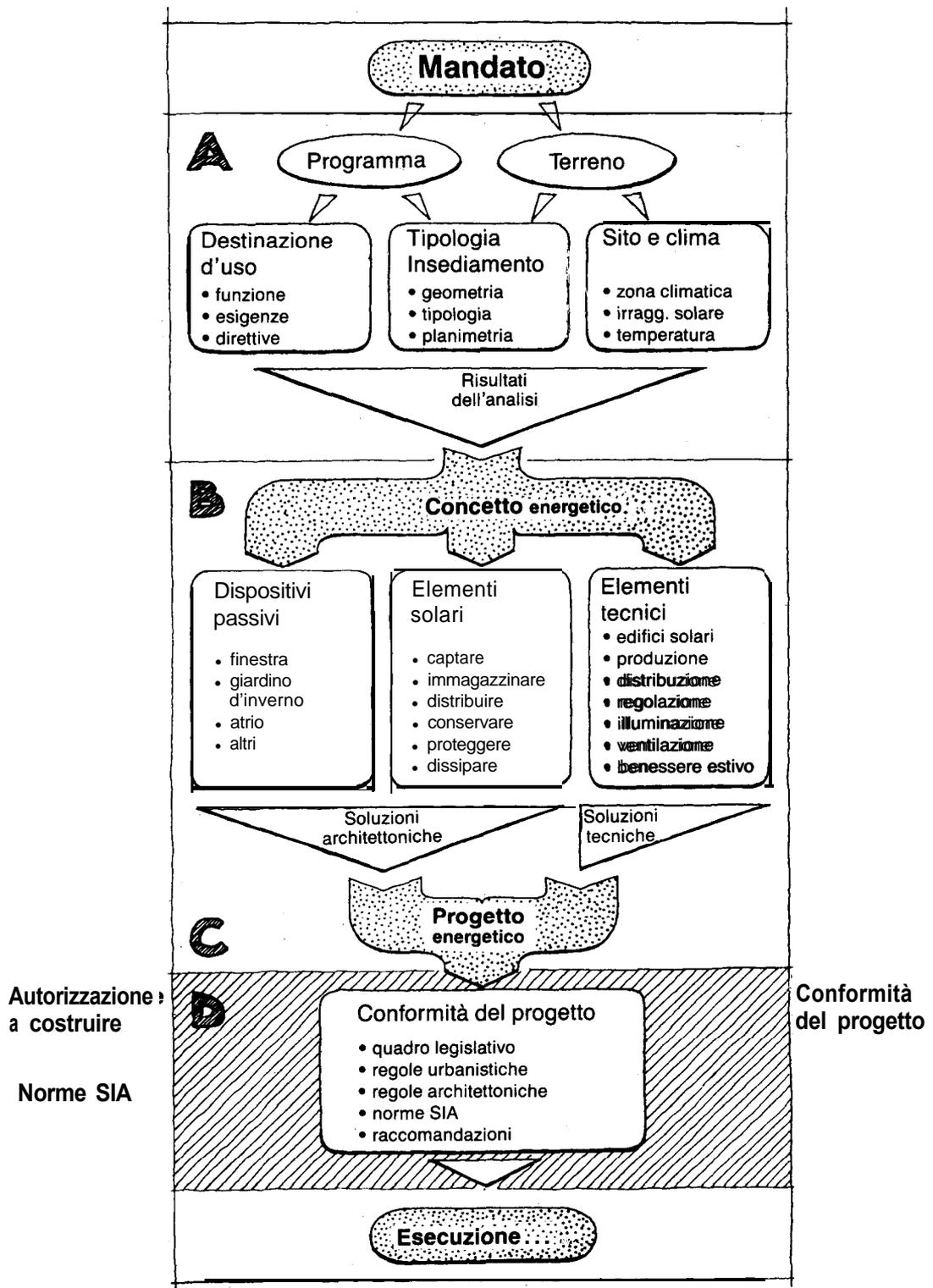
**B3** I principi dell'architettura solare

**83.1** effetto serra / vetri

83.2 elementi d'immagazzinamento

83.3 protezioni solari

**BR** Bibliografia



# B1 Introduzione

Dopo la fase analitica del programma (organizzazione degli spazi e scelta dell'insediamento), affrontiamo nella seconda fase (progetto di massima) uno degli aspetti più importanti per il comportamento termico dell'edificio: la scelta delle componenti del suo involucro.

Un inventario dei dispositivi solari passivi e alcune regole di dimensionamento permetteranno all'architetto, all'ingegnere, d'integrare dall'inizio di questa fase l'utilizzazione dell'irraggiamento solare per il riscaldamento o l'illuminazione.

Inoltre, una buona cognizione dei fenomeni fisici dai quali deriva per esempio l'effetto serra e l'inerzia termica dell'edificio, aiuta l'architetto nella scelta delle componenti del suo edificio. Oppure ad instaurare un miglior dialogo con gli specialisti che consulterà.

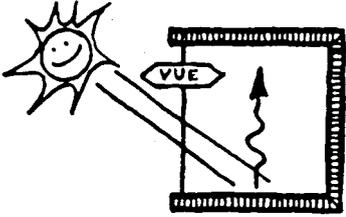
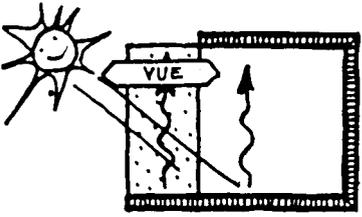
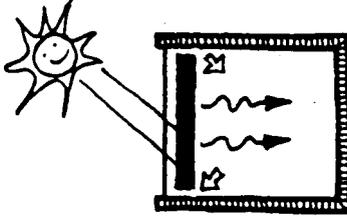
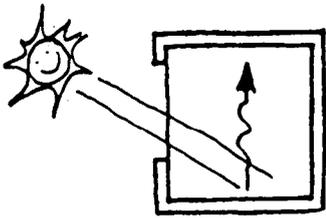
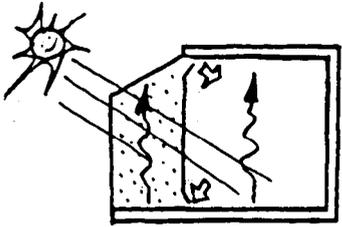
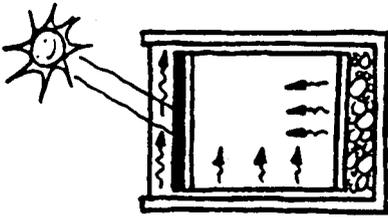
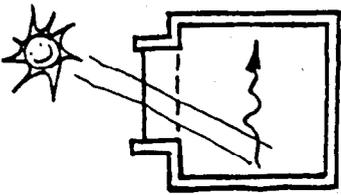
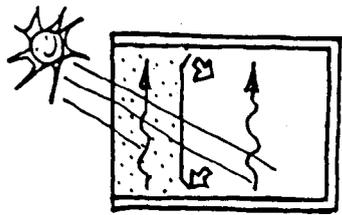
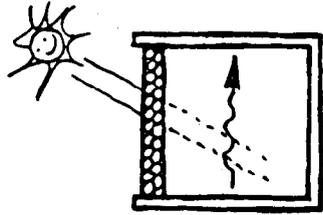
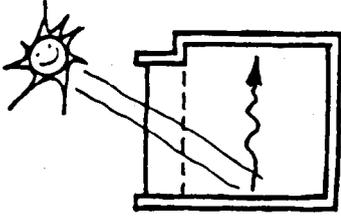
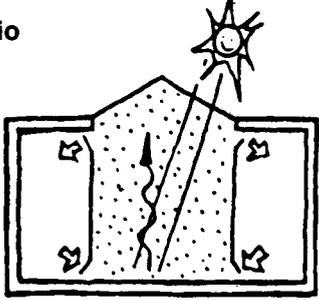
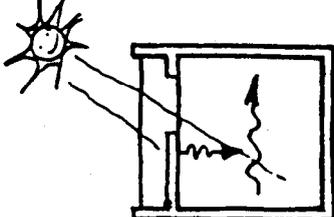
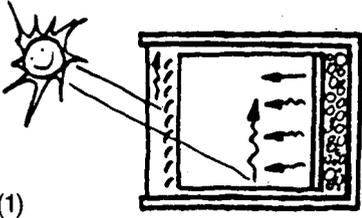
Prendiamo per esempio la finestra, dispositivo solare passivo più comune; deve rispondere a svariate funzioni (vista, ventilazione, trasmissione dell'irraggiamento per l'illuminazione e il riscaldamento).

Le sue componenti: telaio, vetro, awolgibile, tenda controllano queste diverse funzioni. Per questo è importante prestare attenzione alla scelta e al dimensionamento di questi elementi per ottenere un'utilizzazione ottimale dell'irraggiamento solare di questa finestra.

Si migliora così il bilancio energetico, il controllo della ventilazione e dell'illuminazione, senza costi supplementari per la costruzione.

# B2 Elementi di architettura solare

## Classificazione dei dispositivi

<p><b>82.1 Dispositivi che separano lo spazio abitabile riscaldato dall'esterno</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— che permettono una vista internolesterno</li> <li>— che lasciano passare la luce</li> </ul> 	<p><b>82.2 Spazi collettori, spazi cuscinetto non riscaldati, ma utilizzabili</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— spazio abitabile occasionalmente tra lo spazio abitabile riscaldato e l'esterno</li> </ul> 	<p><b>82.3 Spazi collettori non riscaldati, non abitabili</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— che non permettono la vista interno/esterno</li> <li>— che non lasciano passare la luce</li> </ul> 
<p><b>Finestra</b></p> 	<p><b>Giardino d'inverno</b></p> 	<p><b>Collettore ad aria</b></p> 
<p><b>Finestra sporgente</b></p> 	<p><b>Veranda</b></p> 	<p><b>Isolazione trasparente</b></p> 
<p><b>Bovindo</b></p> 	<p><b>Atrio</b></p> 	<p><b>Doppia facciata</b></p> 
<p><b>Collettore-finestra</b></p>  <p>(1)</p>	<p><b>Chiusa</b> piccola stanza stagna tra l'interno e l'esterno</p> <p><b>Serra</b> costruzione in vetro riscaldata artificialmente dove vengono coltivati i vegetali, dove si depositano le piante d'inverno.</p>	

## B2.1 Elementi che separano lo spazio abitabile riscaldato dall'esterno

### B2.1.1 Finestra/finestra sporgente/bovindo

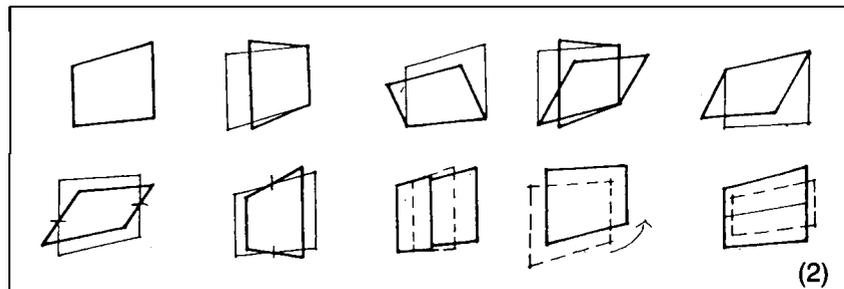
#### Definizioni

Finestra : elemento di facciata, vetrato  
 Finestra sporgente : finestra sporgente sulla facciata  
 Bovindo : prolungamento vetrato della stanza sporgente sulla facciata

#### Funzioni

- apporto diretto di energia solare
- luce = illuminazione naturale
- contatto con l'esterno, vista
- aerazione

#### Tipologia dei battenti



#### Regole di dimensionamento

- Per la stessa superficie vetrata prevedere, di preferenza, delle grandi finestre piuttosto che molte piccole perché le perdite termiche attraverso i telai e i bordi sono più elevate di quelle attraverso i vetri.

#### Protezione notturna/solare

- La protezione notturna di un elemento vetrato di facciata diminuisce la perdita di calore per trasmissione.

Tabella (3), effetto delle protezioni notturne sull'isolamento termico delle finestre ( $k$  totale)

PROTEZIONE NOTTURNA					$k$ totale <b>W/m<sup>2</sup>K</b>
Sistema	Colore	Posizione	Vetro		
1	SENZA PROTEZIONE				2,7
TAPPARELLE (A LAMELLE)					
2	Alluminio 80 mm (fig 1) vedi 83.3	bianco	lamelle chiuse	float 4/12/4	2,4
		bianco	45 %	float 4/12/4	2,7
3	Metallo 97 mm (fig 2) vedi 03.3	marr. chiaro	lamelle chiuse	float 411214	2,4
		marr. chiaro	45%	float 411214	2,7
TAPPARELLE (AVVOLGIBILI)					
4	Alluminio doppia parete (fig3) vedi B3.3	grigio chiaro	lamelle chiuse	float 4/12/4	1,9
			lamelle staccate	float 4/12/4	2,3
5	Alluminio semplice (fig. 4)	allum. natur.	lamelle chiuse	float 411214	2,4
6	Plastica (fig. 5) vedi B3.3	blu chiaro	lamelle chiuse	float 411214	1,9
7	Legno 12 mm	natur. chiaro	chiuse	float 4/12/4	1,8
TENDE (IN TESSUTO)					
8		grigio-bianco		float 411214	2,7

Altri fattori importanti per la protezione solare e la conservazione del calore :

- il colore delle tapparelle e delle tende
- la distanza delle guide dal muro o dall'elemento di facciata
- l'impermeabilità dei giunti
- la distanza tra le lamelle

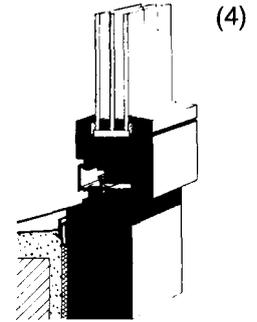
**I telai**

(V = vantaggi / S = svantaggi)

**— Legno**

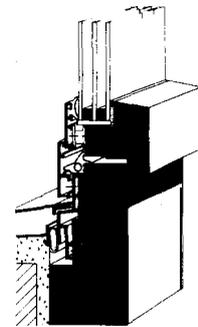
- V** - debole conduttività termica  
 - facilità di adattamento per profili, costruzione e dimensioni  
 - materiale rinnovabile
- S** - necessità di proteggere le parti in legno (prodotti tossici)  
 - manutenzione piuttosto rilevante

*Trasmissione termica :*  
 pino o abete 1,6-2,0 W/m<sup>2</sup>K


**— Legno-metallo**

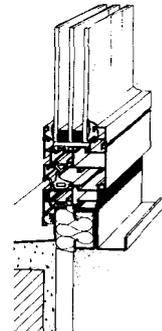
- V** — debole conduttività termica  
 — durevole  
 — manutenzione ridotta
- S** - costo elevato  
 - rischio di putrefazione non visibile del legno nel caso di un'esecuzione imperfetta

*Trasmissione termica :*  
 1,6-2,0 W/m<sup>2</sup>K


**— Alluminio**

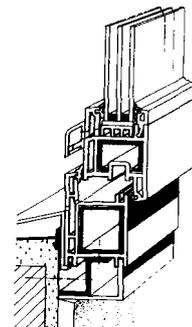
- V** — elevata solidità e rigidità, dunque profilati più leggeri e vetrate più grandi  
 — alta resistenza alle intemperie
- S** — elevata conduttività termica  
 — elevata dilatazione termica

*Trasmissione termica :*  
 senza taglio termico 5,2-6,1 W/m<sup>2</sup>K  
 con taglio termico 2,0-4,0 W/m<sup>2</sup>K


**— Plastica**

- V** - debole conduttività termica  
 - resistenza all'invecchiamento, non putrescibile ma possibile formazione di screpolature e fessure
- S** - debole resistenza meccanica  
 - forte dilatazione termica quindi necessità di scegliere colori esterni chiari e aperture di dimensioni ridotte

*Trasmissione termica :*  
 senza rinforzo metallico 1,7-2,1 W/m<sup>2</sup>K  
 con rinforzo metallico 2,0-2,3 W/m<sup>2</sup>K

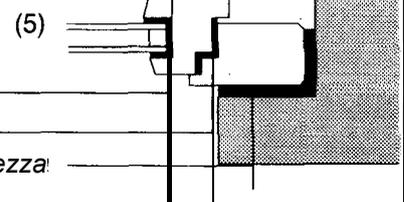

**Impermeabilità**

*Giunti impermeabili tra :*

1 il vetro e il telaio

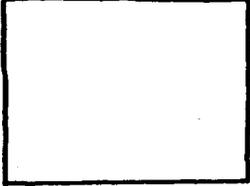
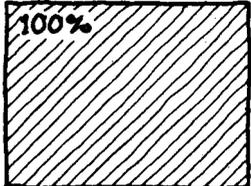
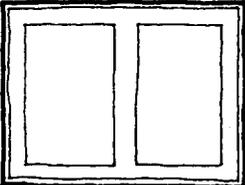
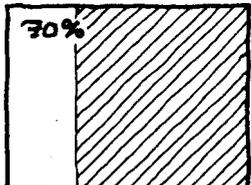
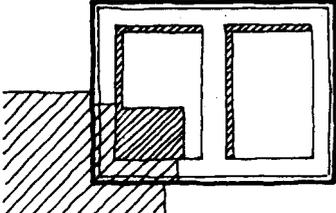
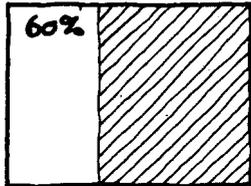
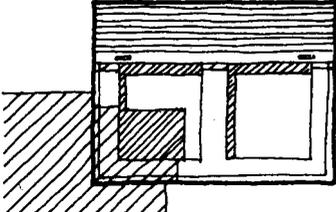
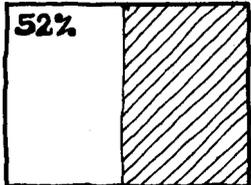
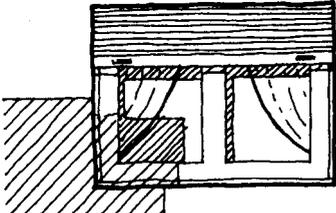
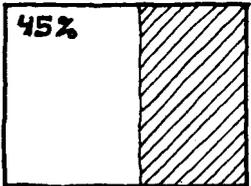
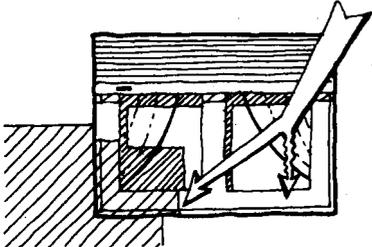
2 l'anta e il telaio fisso

3 il telaio fisso e la costruzione grezza



## Apporti solari attraverso una superficie vetrata reale

La trasmissione energetica dell'irraggiamento solare per un involucro vetrato è ostacolata da diversi fattori che diminuiscono successivamente gli apporti solari senza avere effetti apprezzabili sulle perdite termiche. Non bisogna sottovalutare questi effetti, particolarmente negli edifici collettivi dove il rendimento reale di assorbimento dell'energia solare passiva può essere stimato a circa 1/3.

	<p><b>Apertura nella muratura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• scegliere un buon orientamento</li> </ul>	 <p>100%</p>
	<p><b>Telai</b> 20-40%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• evitare le suddivisioni</li> <li>• scegliere serramenti fini (ma isolanti)</li> </ul>	 <p>70%</p>
	<p><b>Ombre</b> 10-20%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• attenzione alle schermature</li> <li>• mazzette esterne</li> </ul>	 <p>60%</p>
	<p><b>Tapparelle</b> 0-30 %</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• negli edifici collettivi spesso il 30% sono abbassate (problemi di intimità)</li> <li>• preferire tapparelle leggere</li> </ul>	 <p>52%</p>
	<p><b>Tende</b> 0-30 %</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le tende scure permettono di assorbire il sole - collettore</li> <li>• interazione tenda - vetro</li> </ul>	 <p>45%</p>
	<p><b>Vetro</b> 10- 60 %</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>scegliere</b> un vetro di buona qualità</li> <li>• controllo più facile del clima con vetro trasparente e superficie «ragionevole »</li> <li>• attenzione : il vetro colorato assorbe l'irraggiamento solare → surriscaldamento</li> </ul>	 <p>35%</p>

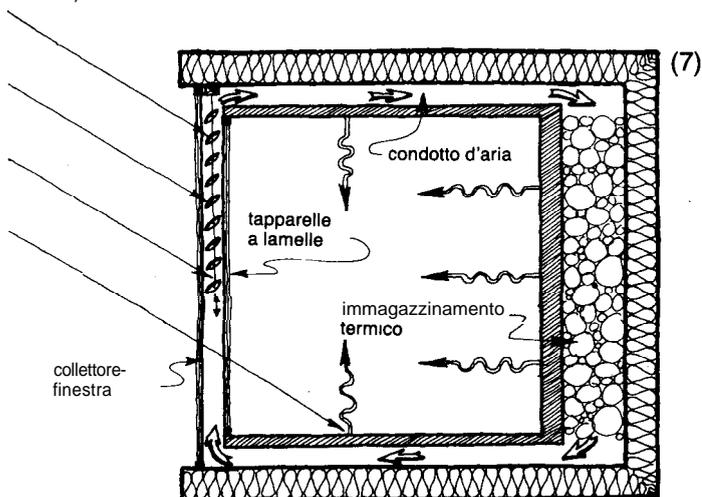
(6)

## B2.1.2 Collettore-finestra

### FUNZIONAMENTO :

I collettori-finestre sono dei cassoni con un vetro esterno e un vetro interno (distanza 10-20 cm), nei quali l'irraggiamento solare è trasformato in calore e condotto negli accumulatori situati all'interno dell'edificio. L'aria che circola tra collettori e accumulatori è completamente separata dall'aria dell'ambiente.

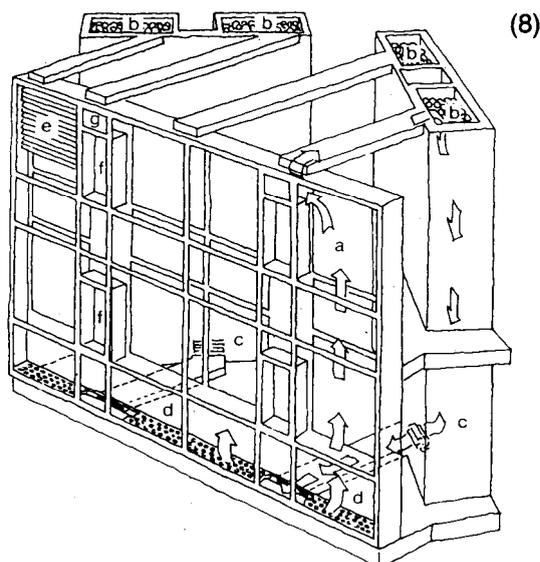
Un buon isolamento termico è indispensabile per ridurre le perdite del sistema, sia verso l'esterno sia verso l'interno.



- come finestra
- come collettore

Quando l'irraggiamento solare è **inferiore** a  $300 \text{ W/m}^2$ , il collettore si comporta come una finestra normale (apporto diretto = sistema passivo).

Quando è **superiore** a  $300 \text{ W/m}^2$  viene abbassata, tra lo spazio dei due vetri, una veneziana assorbente (e) e l'aria riscaldata viene spinta (a) da un ventilatore dal collettore all'elemento d'immagazzinamento (sistema (b) ibrido, attivo).



### AERAZIONE

Per l'aerazione del locale, è necessario prevedere delle finestre (f) che si aprono direttamente verso l'aria esterna.

### VETRO

Scegliere un doppio vetro isolante sia all'esterno sia all'interno. Il rapporto tra superficie vetrata e volume riscaldato sarà dell'ordine di  $1 \text{ m}^2$  per  $5 \text{ m}^3$  di pavimento.

## B2.2 Spazi collettori, abitabili, non riscaldati

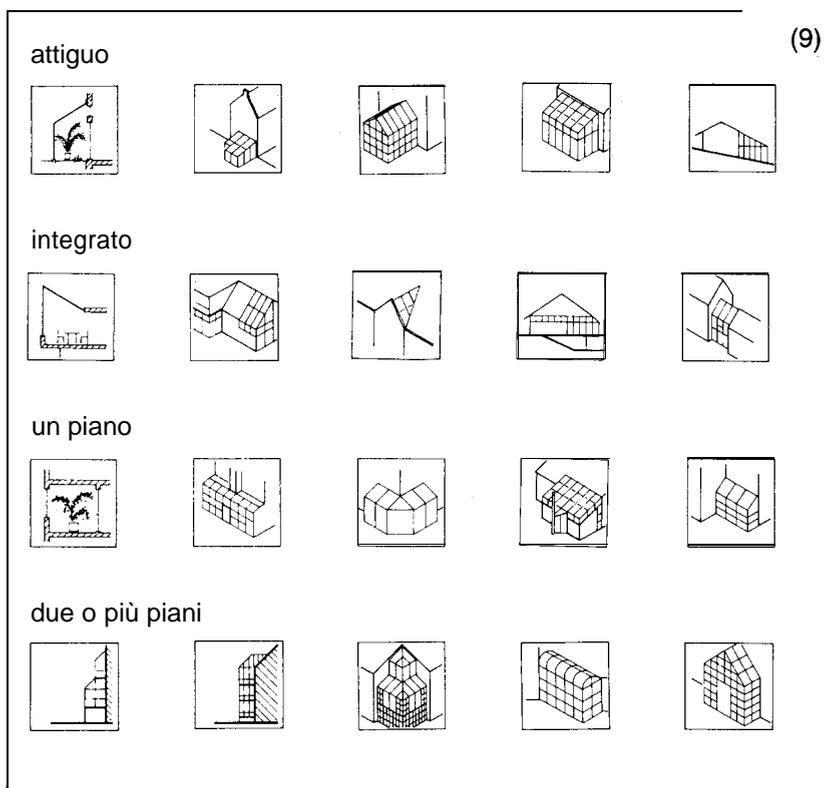
### B2.2.1 Giardino d'inverno /veranda

#### Definizione

#### Tipologia

Il giardino d'inverno e la veranda sono degli spazi cuscinetto, provvisti di una grande superficie vetrata, non riscaldati e periodicamente abitabili. Sono orientati verso est, verso sud o verso ovest, separati dall'edificio principale da aperture mobili.

- Unaveranda o un giardino d'inverno su più piani permette un miglior regolaggio della temperatura interna e degli apporti solari.
- Preferire vetrate verticali orientate verso sud invece di un tetto vetrato. Risulta così più facile controllare i problemi di surriscaldamento, ventilazione e aerazione.



#### COSTRUZIONI / DIMENSIONI DELLE PARTI VERTICALI

##### VETRATE

Facciata interna:

- Scegliere un vetro con deboli perdite termiche: =>  $k$  piccolo

Facciata esterna :

- Scegliere un vetro con buone capacità di trasmissione energetica: =>  $g$  elevato

##### STRUTTURA

Facciata interna:

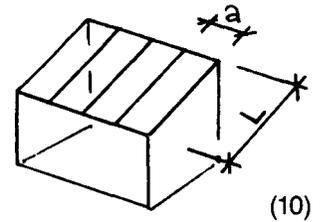
- Scegliere una costruzione con buone capacità isolanti. Prevedere parti massicce per permettere l'immagazzinamento dell'energia.

Facciata esterna :

- Scegliere secondo i bisogni dell'utente:
  - 0 costruzioni leggere con profilati senza taglio termico (possibile condensa)
  - 0 costruzioni con taglio termico (più costoso)

**COSTRUZIONI / DIMENSIONI DEL TETTO**

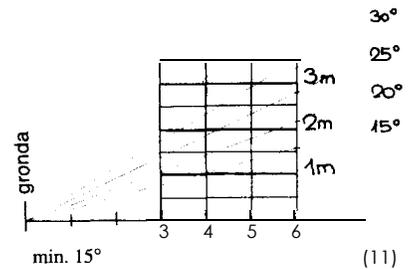
- Dimensioni massime delle vetrate del tetto (esempi) :  
 vetro stratificato 2 x 3 mm  
 + vetro temperato 4 mm  
 Dimensioni : 80 cm x 250 cm = 2,0 m<sup>2</sup>  
 Peso: 50 kg
- vetro stratificato 2 x 5 mm  
 + vetro temperato 8 mm  
 Dimensioni: 130 cm x 150 cm = 2,0 m<sup>2</sup>  
 Peso: 90 kg



Le dimensioni massime dei vetri isolanti **obliqui** sono circoscritte soprattutto dal loro peso e di conseguenza dal loro montaggio e dalla manutenzione difficoltosa.

- Distanza massima tra due puntoni : (a) 60 cm-130 cm
- Pendenza del tetto: min. 15°

- Per questioni di sicurezza e di condensa nel tetto (benessere) scegliere vetri isolanti, ossia:  
 vetro stratificato all'interno  
 vetro temperato all'esterno

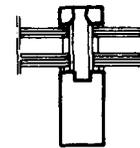


**STRUTTURA**

**- acciaio**

V = vantaggi IS = svantaggi

- V** - costruzioni eleganti  
 - possibilità di forme diverse  
 - colori individuali
- S** - corrosione  
 - ritocchi di pittura problematici

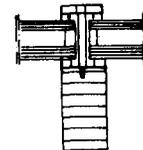


Sezione dei puntoni  
 L = luce  
 d = distanza

L	a	80 cm	100 cm	120 cm
300 cm		5 / 8 cm	6 / 8 cm	5.5 / 9 cm
400 cm		5 / 9.5 cm	6 / 12 cm	6 / 12 cm
500 cm		6 / 12 cm		

**- legno lamellare incollato**

- v** - materiale naturale  
 - debole conduttività termica
- s** - strutture molto grosse

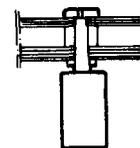


(12)

L	a	70 cm	85 cm
300 cm		5 / 11 cm	5 / 11 cm
400 cm		5 / 11 cm	5 / 11 cm

**- alluminio**

- V** - colori individuali  
 - corrosione meno problematica (attenzione alle zone industriali)  
 - manutenzione minima
- S** - dimensioni dei profilati importanti  
 - forti dilatazioni termiche  
 - costo energetico per la fabbricazione



L	a	80 cm	100 cm	120 cm
300 cm		7 / 11 cm	7/12.5 cm	7 / 13.5 cm
400 cm		5 / 9.5 cm	7/16.5 cm	7 / 18 cm
500 cm		7 / 17 cm	7/20.5 cm	7 / 22.5 cm

Per assicurare un benessere estivo, è indispensabile prevedere un sistema d aerazione efficiente e delle protezioni solari.

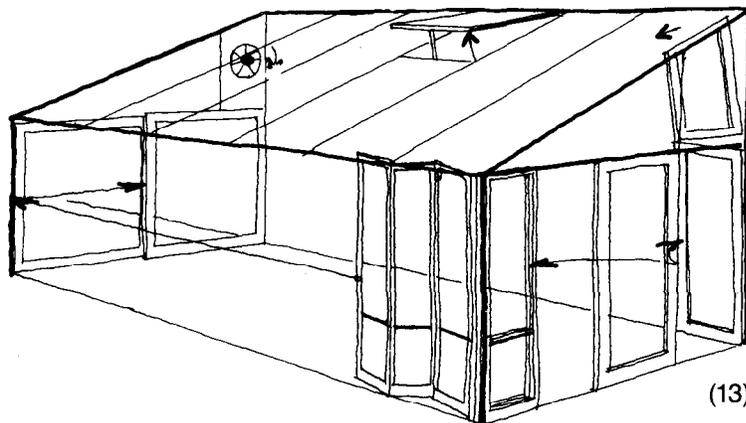
**VENTILAZIONE**

Concetto d'evacuazione del calore attraverso la ventilazione naturale

- entrata d'aria fresca nella parte inferiore;
- evacuazione dell'aria calda nelle parti superiori :
- => **effetto camino** a partire da una differenza di 1.80 m tra la parte bassa e alta della vetrata.

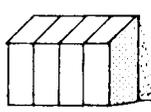
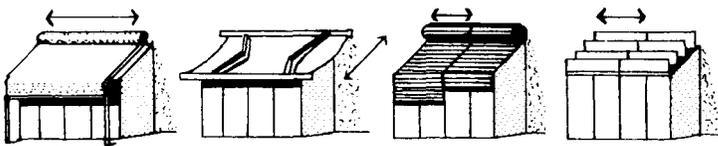
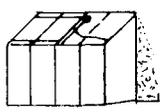
**Dispositivi d aerazione**

- Finestre / porte apribili
- Finestre e porte scorrevoli
- Finestre e porte a soffietto
- Sportelli o griglie di ventilazione
- Ventilatore a soffitto
- Ventilatore posto in un elemento di facciata



(13)

**PROTEZIONI SOLARI**

						
		<b>Esterno</b>				<b>Interno</b>
Designazione	Vetro antisolare	Tenda obliqua verticale	Tenda con bracci pieghevoli	Tenda avvolgibile a panconcello	Lamelle orientabili	Tende riflettenti IR
Materiali	Vetro con film riflettente	Tessuto sintetico	Tessuto sintetico	Legno	Alluminio	Foglio sintetico con film riflettente
Efficienza	debole-media	media-elevata	media-elevata	media o elevata	media-elevata	media-elevata
Sforzo fisico	nessuno	manuam. : elevato elettrico : debole	elevato debole	elevato	medio debole	elevato debole
Limiti delle dimensioni	—	Larghezza massima della tenda ca. 350 cm	Lunghezza massima dei bracci pieghevoli 350 cm	Larghezze standard 90, 100, 140, 160, 180, 200 cm	Larghezza massima delle lamelle ca. 150-170 cm	Larghezza massima de/ rullo 160 cm
Costo (azionam. manuale)	ridotto	alto	ridotto	medio	alto	medio
Pendenza min. ca.	5°	30°	5°	10°	0°	15°
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>— niente misure tecniche</li> <li>— non c'è necessità di manovrare</li> <li>— attenuazione dell'abbagliamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— combinazione di una protezione obliqua e verticale con un solo meccanismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— soluzione economica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— soluzione « naturale »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— ottima dispersione della luce nella posizione inclinata</li> <li>— orientamento delle lamelle per captare / irraggiamento solare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— non esposte all'influsso delle intemperie</li> <li>— attenuazione dell'abbagliamento</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>— presenza stabile della protezione, anche durante il periodo di riscaldamento</li> <li>— forte riflessione all'esterno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— rischio di danni in caso di assenza : automazione possibile unicamente con costi elevati (danni causati da/ vento e dalla neve)</li> <li>— angolo di pendenza a partire da 30°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— proiezione /limitata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— unicamente da manovrare manualmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— nella posizione aperta, ombreggiamento attraverso fasce parallele</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— forte riflessione all'esterno</li> </ul>

## B2.2.2 Atrio

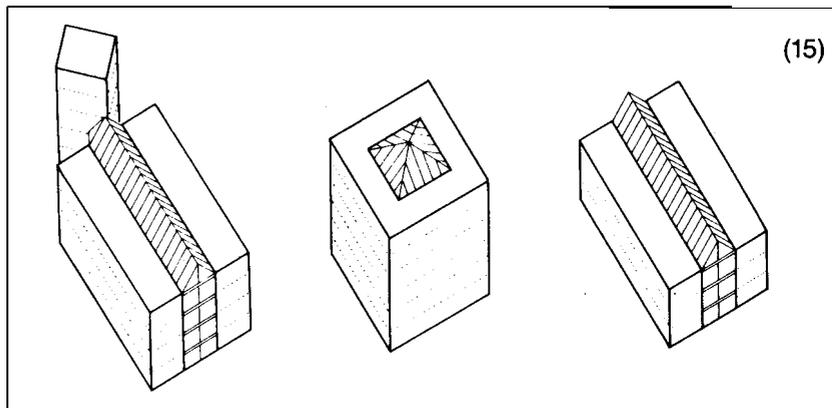
### DEFINIZIONE

Integrato tra due corpi di edifici o al centro di una grande costruzione, l'atrio contribuisce in modo significativo all'illuminazione naturale dei locali adiacenti.

L'atrio, essendo un locale non riscaldato, è utilizzabile per certe attività occasionali (circolazione, svaghi).

D'inverno, l'atrio serve da spazio cuscinetto. Contribuisce a ridurre i fabbisogni termici.

### TIPOLOGIA



### COSTRUZIONE

#### Vetri

- Scegliere doppio vetro isolante
- Per le parti inclinate utilizzare dei vetri temperati o stratificati

#### Materiali

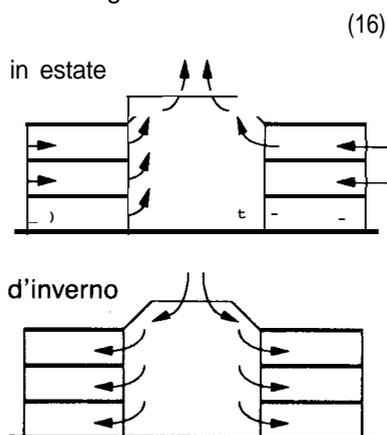
Vedi capitolo «giardino d'inverno»

#### Alcune regole

- Dimensionare abbondantemente le parti vetrate dell'atrio.
- Non utilizzare vetri assorbenti (prevedere delle protezioni solari mobili).
- Scegliere una forma svasata verso l'alto quando l'altezza dell'atrio supera 2 volte la sua larghezza.
- Per le parti interne dell'atrio favorire colori chiari per assorbire il meno possibile la luce visibile: d'inverno si cercherà di trarre il massimo dall'irraggiamento solare approfittando prima di tutto, della luce, poi del calore.

#### Ventilazione, protezioni solari

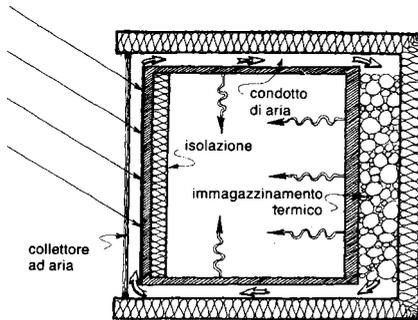
- L'atrio può contribuire alla ventilazione delle costruzioni contigue :
- Disporre delle aperture a livello del terreno e del tetto (trarre vantaggio dall'effetto camino).



- La parte apribile del tetto deve rappresentare il 6-10 % della superficie del tetto.
- Delle protezioni solari mobili sono indispensabili in tutto l'atrio, generalmente disposte all'interno per combinare ventilazione e protezione solare.
- Selezionare protezioni chiare o tende riflettenti.

## B2.3 Altri sistemi

### COLLETORE AD ARIA (17)



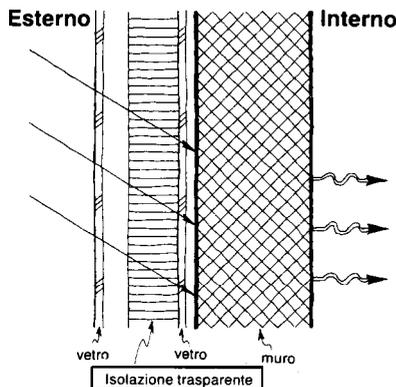
#### Funzionamento

I collettori ad aria sono dei cassoni vetrati nei quali l'irraggiamento solare viene convertito in calore che a sua volta viene trasportato negli accumulatori situati all'interno dell'edificio. L'aria che circola dai collettori agli accumulatori è completamente separata dall'aria dell'ambiente.

#### Orientamento

- Orientamento delle superfici collettrici verso sud (t-309).
- Rapporto equilibrato tra la superficie colletttrice e la capacità degli accumulatori.
- Dispersione termica ridotta (disposizione compatta, accumulatori ben isolati, debole raffreddamento notturno).
- Protezioni solari efficienti.

### ISOLAZIONE TRASPARENTE (18)



#### Funzionamento

Cirraggiamento solare attraverso l'isolazione trasparente, raggiunge l'elemento d'assorbimento e si trasforma in calore.

Se l'irraggiamento solare è *debole*, gli apporti solari sono sufficienti per coprire le perdite termiche dell'edificio.

Se l'irraggiamento solare *aumenta*, il muro interno assomiglia ad un radiatore a bassa temperatura, perchè la temperatura del muro è superiore a quella del locale. Ciò permette di ridurre la temperatura dell'aria assicurando un benessere termico ottimale (temperatura risultante).

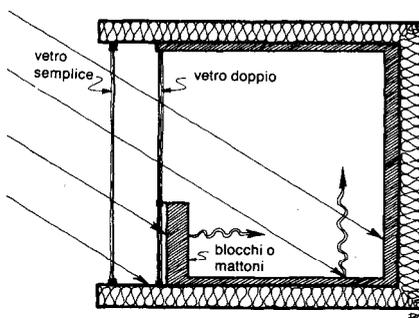
#### Caratteristiche dei materiali

- Trasmissione di calore minima (k)
- Trasmissione di energia elevata (g)

#### Protezioni solari

Per impedire un surriscaldamento e per gestire la temperatura interna del locale, è indispensabile predisporre un sistema di protezione solare.

### DOPPIA FACCIATA (19)



#### Funzionamento

Una doppia facciata è costituita da una parete esterna interamente vetrata e da una parete interna più massiccia, composta da un parapetto pesante (collettore-immagazzinamento) e una parte superiore molto vetrata.

Il funzionamento è simile a quello della veranda di profondità molto ridotta.

#### Ventilazione

La doppia facciata ha una forte impermeabilità all'aria. Per garantire l'indispensabile ricambio d'aria, sono possibili due soluzioni:

- aprire periodicamente, per una breve durata, le finestre della doppia facciata
- dotare ogni facciata di sportelli di ventilazione.

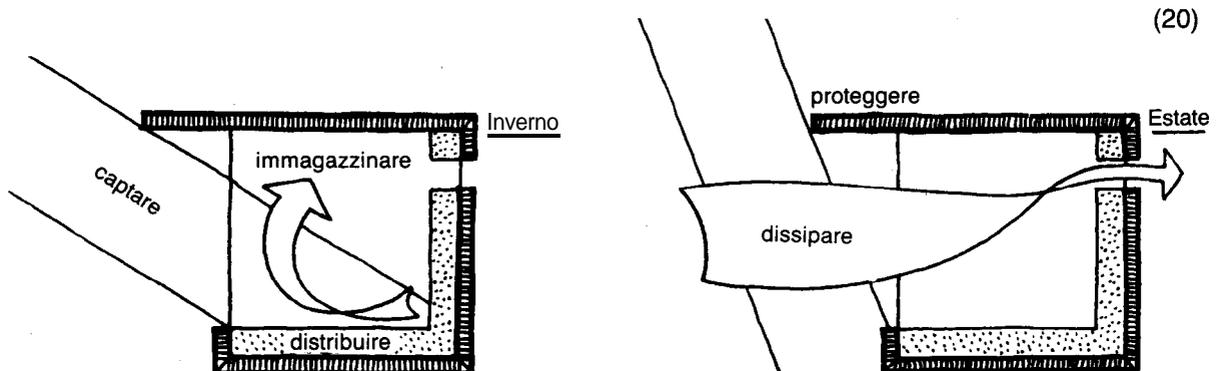
## B3 I principi dell'architettura solare

I principi di base dell'architettura solare sono:

- CAPTAZIONE
- IMMAGAZZINAMENTO
- DISTRIBUZIONE
- CONSERVAZIONE
- PROTEZIONE
- DISSIPAZIONE

### D INVERNO

Non appena c'è sole, bisogna **captare** l'energia solare e **immagazzinarla**, in modo da **distribuire**, nei periodi di mancanza di soleggiamento, il calore accumulato; in ogni momento, oppure quando l'apporto di calore è fornito dall'impianto di riscaldamento, è necessario **conservare** il calore contenuto nell'edificio.

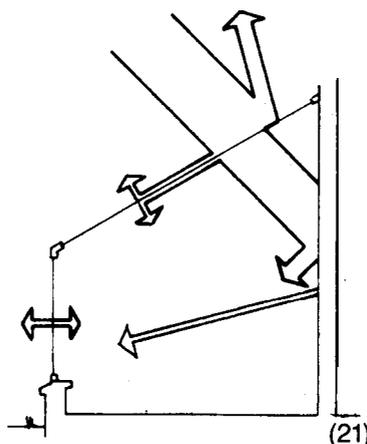


### D ESTATE

Per evitare il surriscaldamento, bisogna **proteggersi** dall'irraggiamento diretto e, se necessario, **disperdere** il calore attraverso la ventilazione naturale dell'edificio.

### B 3.1 Effetto serra e vetrate

Il vetro lascia passare la maggior parte dei raggi ultra-violetti, visibili e infrarossi a **corta lunghezza** d'onda emessi dal sole. Esso trattiene i raggi infrarossi con **lunghezza d'onda maggiore** emessi da una superficie interna riscaldata dal sole.



**DEFINIZIONE DEI VALORI**

**Trasmissione di calore**

Coefficiente **k (W/m²K)**

Il coefficiente di trasmissione del calore **k** indica a che velocità il calore scorre attraverso una parte di 1 m² della costruzione, quando la differenza di temperatura tra i due strati d'aria adiacenti è di 1°C (= 1K). Il coefficiente k tiene conto solo delle perdite termiche per trasmissione.

**Esempio :**

**Vetro semplice**  
(Float 4 mm)  
**k = 5,60 W/m²K**

**Trasmissione dell'energia solare**

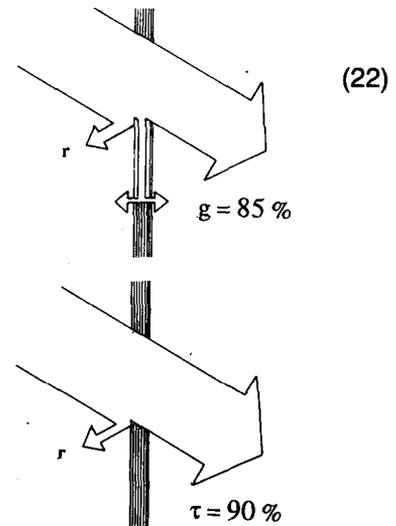
Coefficiente **g : (%)**

Coefficiente di trasmissione dell'energia totale. Somma della parte dell'irraggiamento trasmesso direttamente dal vetro e dell'emissione termica secondaria del vetro verso l'interno tramite riscaldamento e convezione.

**Trasmissione della luce**

Coefficiente **τ : (%)**

Coefficiente di trasmissione luminosa. Parte dell'irraggiamento direttamente trasmesso dal vetro e riferito alla sensibilità dell'occhio umano.



**TEMPERATURA DELLA SUPERFICIE INTERNA DEL VETRO: benessere del locale**

Fattori che influenzano il benessere in un locale:

- Altezza dei vetri (più il vetro è alto, più esistono correnti d'aria fredda)
- Rapporto tra superficie vetrata e superficie compatta della facciata
- Posizione dei termosifoni
- Arredamento
  - passaggio
  - soggiorno
- Altezza dei parapetti
- Qualità del vetro

La differenza (AT) tra la temperatura del locale e la temperatura della superficie interna del vetro determina la sensazione di benessere a prossimità della vetrata.

**AT = 0°-5°C**

- gradevole
- correnti d'aria inesistenti
- condensa solo in casi eccezionali

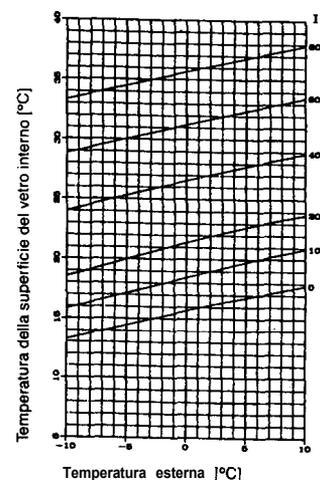
**AT = 5°-10°C**

- abbastanza gradevole
- deboli correnti d'aria possibili
- condensa possibile se la temperatura esterna è sotto zero

**AT = > 10°C**

- sgradevole
- correnti d'aria
- condensa e gelo sul vetro interno anche con temperature vicine a zero

Differenza di temperatura in funzione di **k e** di **T** esterno. (23)

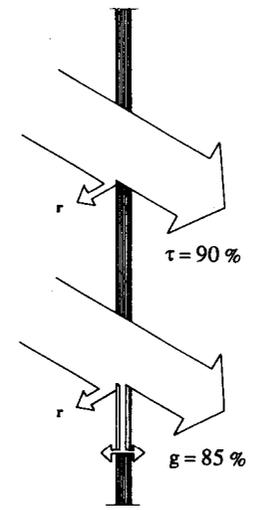


# Tipi di vetro

- **Vetro semplice**  
Float 4 mm

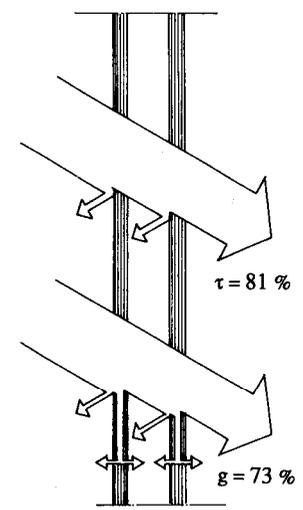
$k = 5.60 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmissioni



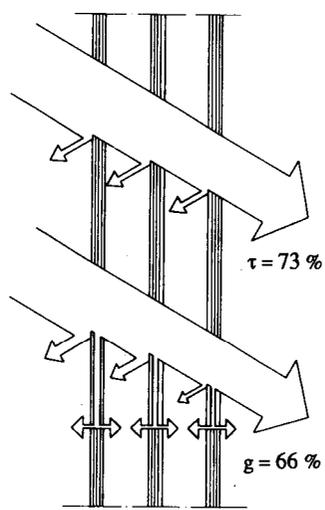
- **Doppio vetro isolante**  
Vetro Float (4 / 12 / 4)

$k = 2.90 \text{ W/m}^2\text{K}$



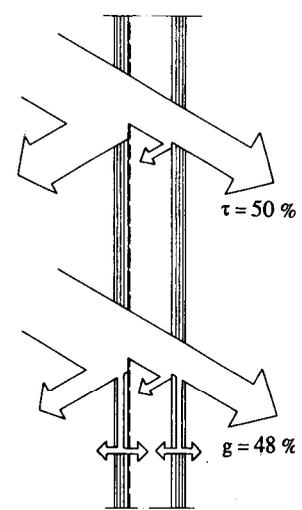
- **Triplo vetro isolante**  
Float (4 / 12 / 4 / 12 / 4)

$k = 2.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



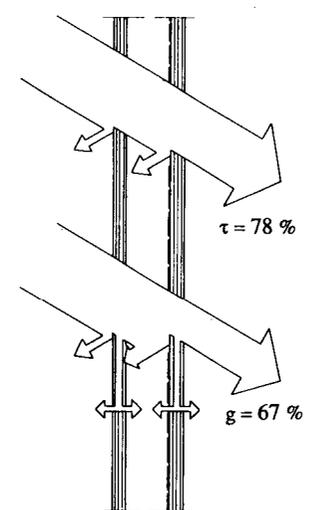
- **Vetro antisolare**  
Calorex (4 / 12 / 4)

$k = 3.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



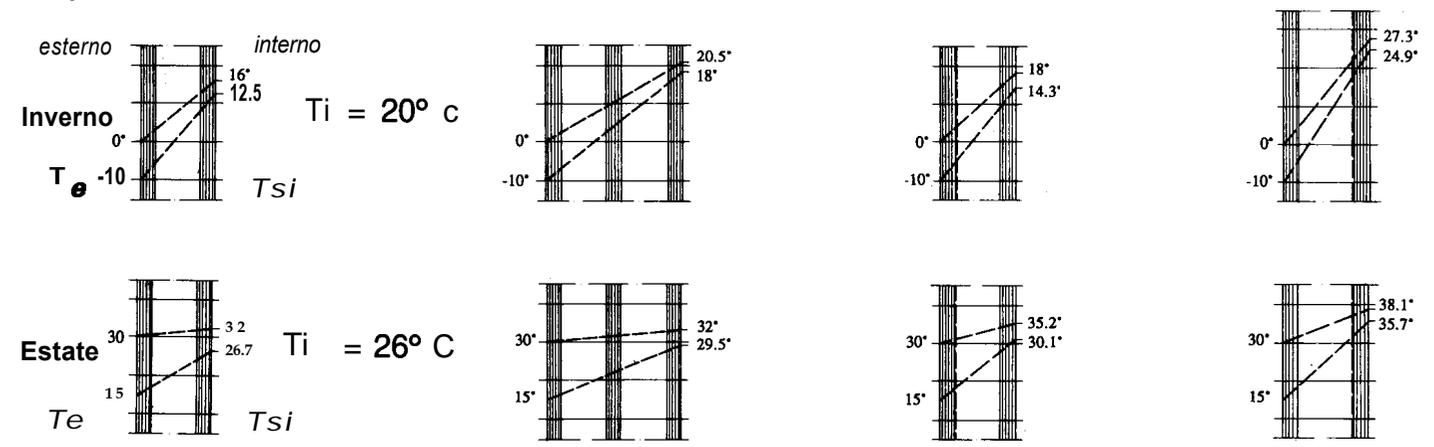
- **Vetro isolante con 1 strato selettivo**  
Silverstar (4 / 15 / 4)

$k = 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$



$\tau$  = trasmissione luminosa (0%)  
 $g$  = trasmissione energetica (%)  
 $r$  = riflessione  
 $T_{si}$  = temperatura della superficie del vetro interno  
 $T_e$  = temperatura esterna  
 $T_i$  = temperatura interna del locale  
 Estate : temperatura del locale 26°C  
 Inverno : temperatura del locale 20°C  
 valevole per un irraggiamento solare medio di 600 W/m<sup>2</sup>  
 (Progetto NEFF N° 266)

### Temperatura dei vetro :



## B3.2 Elementi d'immagazzinamento

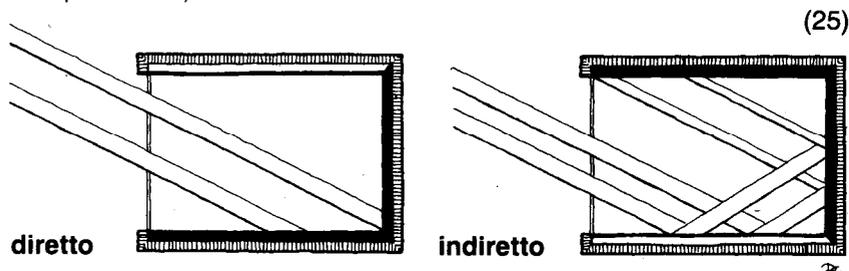
Un locale soleggiato dovrebbe essere in grado di immagazzinare ca. il 60% dell'energia solare incidente.

### INTERAZIONE DIRETTA

Se l'irraggiamento solare raggiunge direttamente gli elementi d'immagazzinamento, si parla di interazione diretta.

#### Regole di dimensionamento :

- la superficie degli elementi d'immagazzinamento sarà almeno pari a tre volte la superficie vetrata;
- lo spessore raccomandato per le parti massicce è di 10 - 20 cm ;
- disporre le parti massicce in modo che ricevono l'irraggiamento invernale diretto tra le 10.00h-14.00h ;
- evitare colori chiari per le parti massicce ;
- prevedere un isolamento delle finestre durante la notte;
- evitare gli ostacoli al trasferimento termico (mobili, tappezzerie, moquette ecc.).



### INTERAZIONE INDIRETTA

Se l'irraggiamento solare non raggiunge direttamente gli elementi d'immagazzinamento ma viene diffuso verso di essi, si parla di interazione indiretta.

#### Regole di dimensionamento :

- la superficie degli elementi d'immagazzinamento sarà da 8 - 10 volte maggiore della superficie vetrata;
- lo spessore delle parti massicce sarà di 7-15 cm ;
- scegliere colori chiari per le parti in materiali leggeri e colori più scuri per le parti massicce.

### MATERIALI D IMMAGAZZINAMENTO

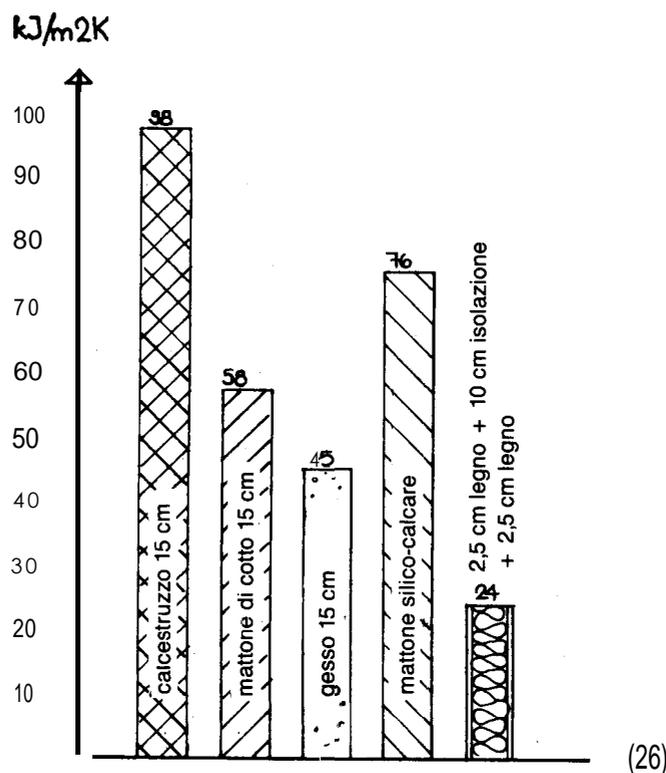
Capacità giornaliera d'immagazzinamento di calore di diversi materiali edili (illustrazione 26)

Questi valori valgono per muri esterni non soleggiati direttamente.

Per avere un ordine di grandezza delle capacità termiche degli elementi soleggiati direttamente, bisogna moltiplicare le capacità per i fattori indicati tra parentesi.

#### Soleggiamento / fattore di correzione :

- 1500kJ/m<sup>2</sup> giorno  
soleggiamento debole (f = 2)
- 3000kJ/m<sup>2</sup>giorno  
soleggiamento medio (f = 3)
- 4500kJ/m<sup>2</sup> giorno  
bel giorno estivo (f = 4)



**L IMMAGAZZINAMENTO TRAMITE TRASFERIMENTO TERMICO**

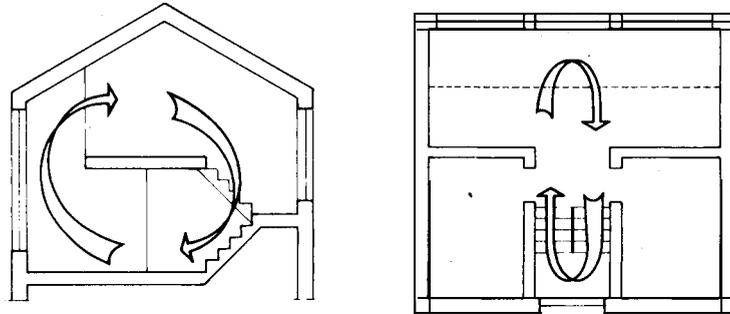
Oltre a immagazzinare del calore in uno spazio soleggiato, è anche possibile trasferire gli apporti di calore eccedenti in altri spazi meno soleggiati.

Il trasferimento più semplice e più efficace consiste nel far circolare l'aria tra gli spazi presi in considerazione.

**Svantaggi :**

- trasmissione degli odori
- trasmissione acustica
- necessità di spostare grandi volumi d'aria

(27)


**— termocircolazione**

Si agisce sulla differenza di temperatura, e quindi di pressione, tra gli spazi. Dato che queste differenze sono minime ci vogliono delle grandi superfici di comunicazione. Una differenza di livello tra la stanza calda, in basso, e la stanza fredda, in alto, favorisce notevolmente la termocircolazione.

**Punti critici :**

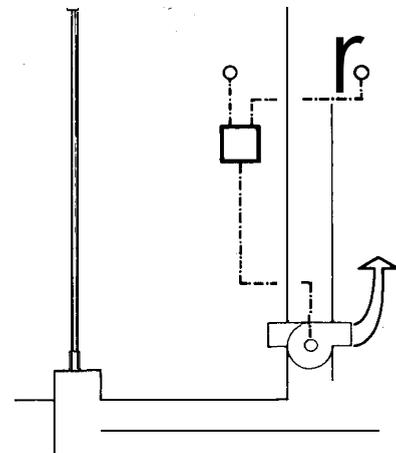
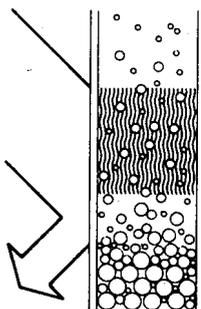
- influenza sull'organizzazione interna
- il ruolo dell'utente (apertura di una porta)
- termocircolazione inversa ( per esempio, porta interna di un giardino d'inverno aperta quando il tempo è freddo e poco soleggiato)

**— circolazione con ventilatore**

Sistema di circolazione con ventilatore, azionato manualmente o automaticamente.

Vengono soppressi gli inconvenienti descritti sopra, ma bisogna fare attenzione ai problemi acustici e al consumo di energia elettrica.

(28)


**L IMMAGAZZINAMENTO ATTRAVERSO CAMBIAMENTO DI STATO**


(29)

Contrariamente all'immagazzinamento convenzionale che utilizza il **calore sensibile** (quello che bisogna fornire a un corpo perchè aumenti di temperatura), l'immagazzinamento per cambio di stato sfrutta il **calore latente**, cioè la quantità di calore necessaria per far passare un corpo dallo stato solido allo stato liquido con la stessa temperatura (per esempio la trasformazione del ghiaccio in acqua a  $0^{\circ}\text{C}$ ). Secondo la composizione chimica il cambio di stato può prodursi a diverse temperature. Questo cambiamento permette di accumulare grandi quantità di calore e richiede, quindi, volumi piccoli d'immagazzinamento.

### B 3.3 Protezioni solari

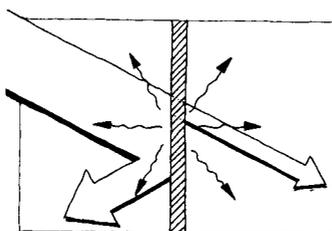
#### FUNZIONI

- evitare i surriscaldamenti solari
- permettere degli apporti solari
- evitare gli abbagliamenti interni
- garantire l'intimità
- estetica

#### SOLUZIONI POSSIBILI

- vetri assorbenti
- vegetazione esterna
- tende bianche all'interno
- tende riflettenti
- costruzioni esterne mobili
- costruzioni esterne fisse

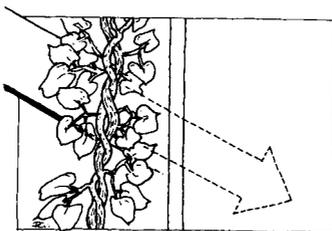
#### - vetri assorbenti o riflettenti



- la loro efficienza è limitata;
- non si adattano ai bisogni della stagione ;
- hanno una cattiva trasmissione luminosa;
- conducono a un aumento dei bisogni d'illuminazione artificiale.

(30)

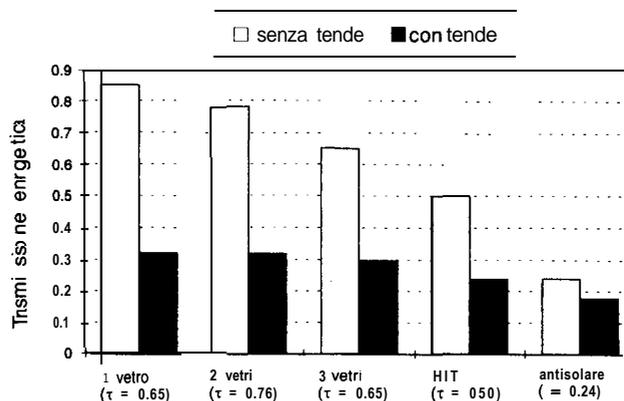
#### - vegetazione esterna



- non necessita di alcun impianto;
- si adatta naturalmente ai bisogni della stagione;
- non permette alcun regolaggio;
- è molto importante la scelta della specie.

#### - tende bianche all'interno

- diminuiscono gli apporti solari del 10-50% a secondo della maglia, del colore del filo, della posa e qualità ottica del vetro.



(31)

- i vetri semplici offrono una buona protezione contro il surriscaldamento.

La combinazione tra una protezione solare mobile all'esterno e una tapparella leggera all'interno, offre la migliore possibilità di gestire correttamente gli apporti solari.

## PROTEZIONI MOBILI ESTERNE

## Tapparelle a lamelle

## Vantaggi :

- buona regolazione della luce naturale e della protezione solare;
- buona aerazione realizzabile.

## Svantaggi :

- esistono solo in alluminio;
- protezione ridotta dalle perdite termiche notturne;
- poca sicurezza contro l'effrazione

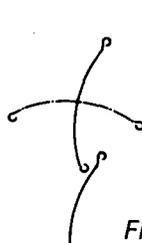


Fig. 1

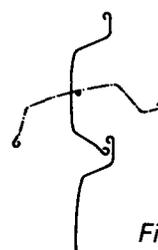


Fig. 2

(32)

## Tapparelle avvolgibili

## Vantaggi :

- buona protezione dalle perdite termiche;
- diversi materiali (legno, alluminio, plastica)

## Svantaggi :

- regolazione ridotta della protezione solare e della luce naturale.



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

(33)

Tabella comparativa (irraggiamento solare durante 2 ore) (34)

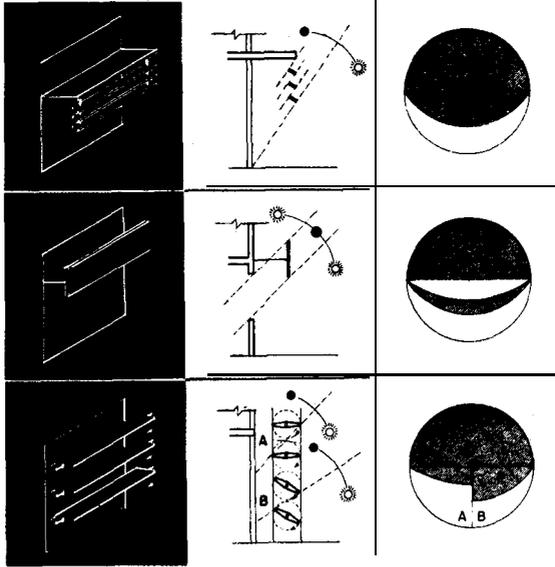
PROTEZIONE SOLARE					g totale	k totale
Sistema	Colore	Posizione	Vetro	%	W/m²K	
1	SENZA PROTEZIONE				72	2,7
<b>TAPPARELLE A LAMELLE</b>						
2	Alluminio 80 mm (fig. 1) vedi 133.3	bianco	lam. chiuse	float 4/1121/4	13	2,4
		bianco	45 %	float 4/1121/4	15	2,7
		allumi. nat.	lam. chiuse	float 4/1121/4	14	2,4
		marr. scuro	lam. chiuse	float 4/1121/4	19	2,4
3	Metallo 97 mm (fig. 2) vedi 83.3	marr. scuro	45%	float 411214	23	2,7
		marr. chiaro	lam. chiuse	float 411214	13	2,4
		marr. chiaro	45%	float 4/12/4	15	2,7
<b>TAPPARELLE AVVOLGIBILI</b>						
4	Alluminio doppia parete (fig. 3) vedi 53.3	grig. chiaro	lam. chiuse	float 4/12/4	9	1,39
			lam. staccate	float 4/12/4	13	2,3
5	Alluminio semplice (fig.4)	allum. nat.	lam. chiuse	float 4/12/4	11	2,4
6	Plastica (fig. 5) vedi B3.3	blu chiaro	lam. chiuse	float 4/12/4	4	1,9
7	Legno 12 mm	nat. chiaro	chiuse	float 411214	6	1,8
<b>TENDE IN TESSUTO</b>						
8		grigio bianco		float 411214	20	2,7

PROTEZIONI ESTERNE FISSE (35)

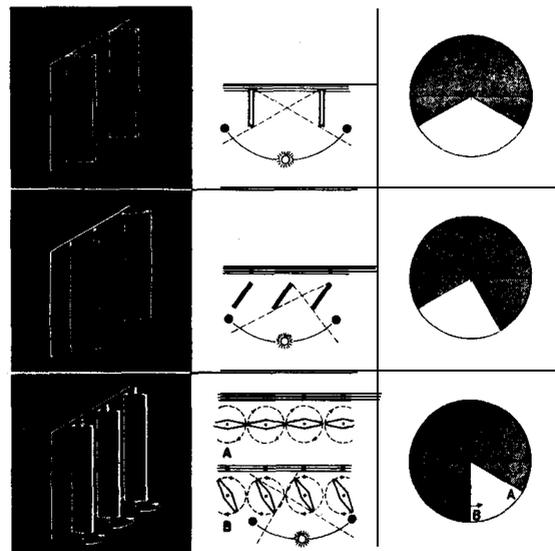
assonometria

sezione

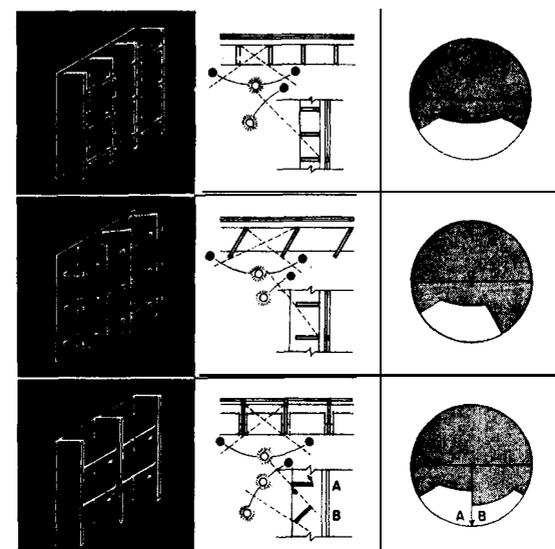
schermatura



TIPO ORIZZONTALE  
(Orientamento sud e zenitale)



TIPO VERTICALE  
(Orientamento est e ovest)



TIPO NIDO D'APE  
(Orientamento sud-ovest e sud-est)

Questi sistemi permettono di «canalizzare» l'irraggiamento solare in funzione della stagione e dell'ora del giorno. Secondo il trattamento della superficie, è possibile illuminare una stanza sopprimendo l'irraggiamento diretto e l'abbagliamento.

## BR Bibliografia

### SIA D 056

EPFL-ITO /LESO-PB

<<Le Soleil - Chaleur et lumière dans le bâtiment>

(12)

### SIA D 010

M. Zimmermann

«Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung»

(45)

VSR, Verband Schweizerischer Rolladen und Storenfabrikanten

<<Untersuchungen über wärme-, licht-, wind-, und schalltechnisches Verhalten von Sonnen- und Wetterschutzanlagen>>

(3, 15, 16, 32, 33, 34)

INFOSOLAR 1983

Alcuni esempi di architettura solare in Svizzera

(8)

Hannelore Hafer & Rudolf Müller

Glasarchitektur

«Bewohnte Glashauser und Glasanbauten »

(9)

SIGaB, Schweizerisches Institut für Glas am Bau, Zürich

Glas Docu Spezial

« Wintergarten »

(13)

SIGaB, Schweizerisches Institut für Glas am Bau, Zurich

Docu Verre 05

«Jardin d'hiver - vitrage incliné»

(14)

Services de Programmation de la Politique scientifique, Bruxelles

Architecture et climat

<<Guide d'aide à la conception bioclimatique»

(21, 27, 28)

Victor Olgay, New Jersey 1963

Design with Climate

«Bioclimatic approach to architectural regionalism»

(35)

Altre illustrazioni e figure realizzate per questa pubblicazione IEU artevetro ag, Liestal (24)  
e P. Gallinelli, CUEPE.

# **Sole e architettura - Guida pratica per la progettazione**

## **C - Impianti tecnici**

**Sole e architettura -  
Guida pratica per la progettazione**

**Gruppo di lavoro**

R. Contini Knobel  
J.-C. Enderlin  
P. Gallinelli  
B. Lachal  
H. Marti  
P. Minder  
F? Schweizer  
W. Weber

**Responsabile della parte C**

B. Lachal

**Edizione italiana e adattamento**

A cura del Dipartimento del Territorio  
Sezione protezione aria e acqua  
6500 Bellinzona

**Traduzione**

Ursula Bolli

**Associazioni organizzatrici**

ATS	Associazione tecnici svizzeri
APS	Associazione professionale svizzera degli incaricati dell'energia nell'impresa
PROMES	Association des professionnels romands de l'énergie solaire
SIA	Società svizzera degli Ingegneri e Architetti
SSES	Società svizzera per l'energia solare

ISBN 3-905232-10-3

Copyright © 1992 Ufficio federale dei problemi congiunturali, 3003 Berna.

Riproduzione degli estratti autorizzata con indicazione della fonte.

Diffusione : Ufficio federale degli stampati e del materiale, 3000 Berna (N° di ordinazione 724.212 i).

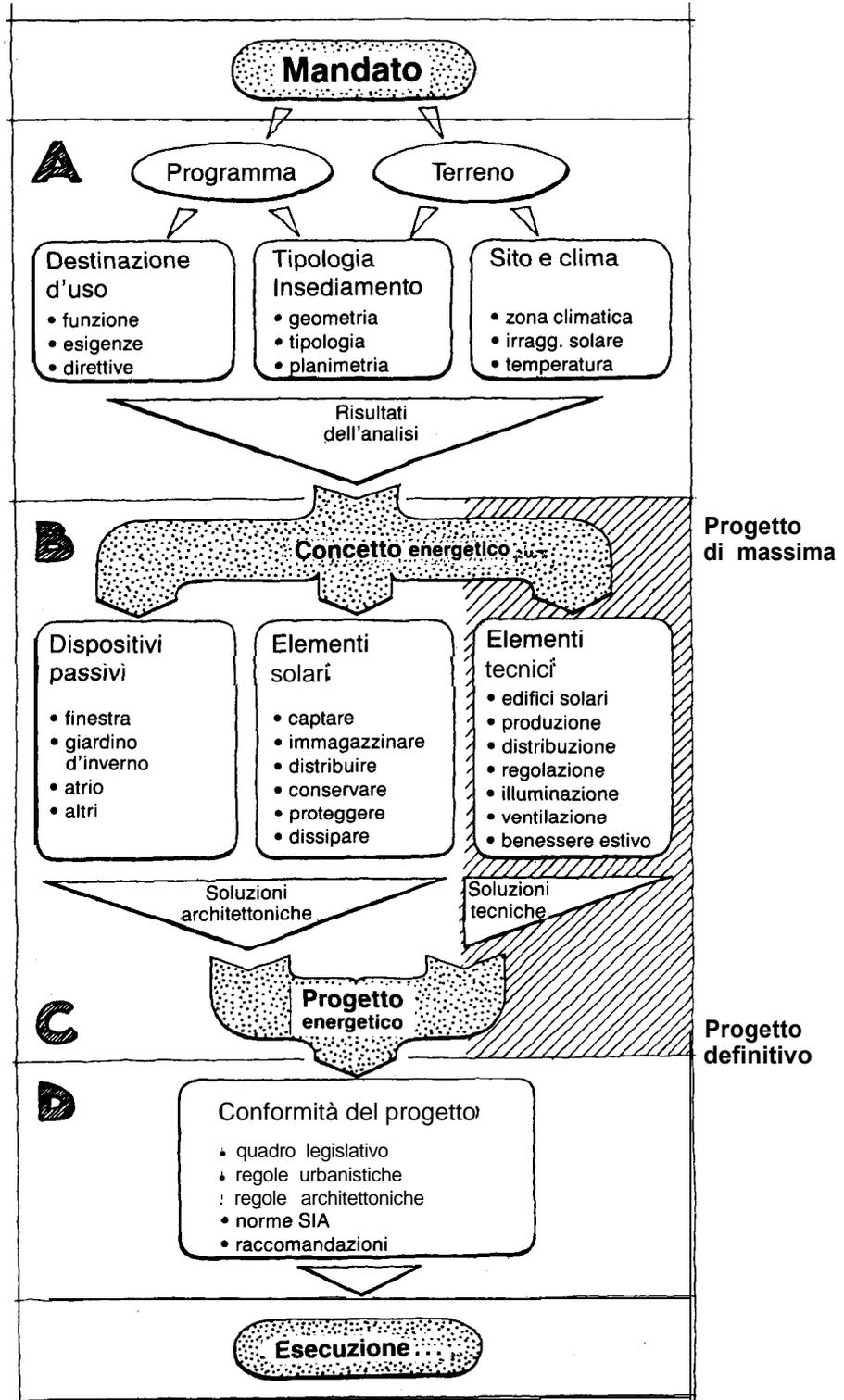
Form. 724.212 i 12.92 500 62205

---

# C - Impianti tecnici

## Indice

- C1** Introduzione
  - C2** Edifici che utilizzano al massimo gli apporti solari
  - C3** Conseguenze sugli impianti di produzione di calore
  - C4** Conseguenze sugli impianti di distribuzione e di emissione di calore
  - C5** Conseguenze sulla regolazione e la gestione dell edificio
  - C6** Conseguenze sull illuminazione
  - C7** Conseguenze sull aerazione e la ventilazione
  - C6** Conseguenze sul benessere estivo
    - C8.1** Diminuire gli apporti
    - C8.2** Lasciare fluttuare la temperatura
    - C8.3** Sistemi di raffreddamento
  - C9** Coordinamento e pianificazione
  - c x** Allegati
    - CX1** Produzione combinata di forza e calore (cogenerazione)
    - CX2** Illuminazione artificiale
    - CX3** Bisogni d aerazione
    - CX4** Scambiatori di calore aria/aria
  - CR** Bibliografia
-



# C1 Introduzione

Se il progetto di costruzione si preoccupa di economizzare l'energia (diminuzione delle perdite, utilizzazione dell'energia solare passiva) è indispensabile associargli il concetto dell'edificio e la scelta degli impianti tecnici :

- produzione del calore
- distribuzione e emissione
- regolazione
- illuminazione
- climatizzazione

Un edificio concepito per ottimizzare l'utilizzazione dell'energia solare deve essere provvisto di un impianto tecnico flessibile, capace di assorbire e distribuire nel modo migliore questa energia sotto forma di luce o di calore. Senza questo, tutto lo sforzo impiegato per concepire un edificio ben adattato al clima, può essere ridotto al nulla.

Questo buon coordinamento tra l'organizzazione degli spazi, l'involucro e gli impianti, presume pure una stretta collaborazione, fin dall'inizio del progetto, tra il committente, l'architetto e gli ingegneri, e questo dalle fasi preliminari fino alla realizzazione.

## C2 Edifici che utilizzano al massimo gli apporti solari

### Integrazione

Un concetto corretto degli impianti tecnici, che permette di valorizzare tutte le qualità termiche di un edificio, si integra perfettamente nella tendenza attuale di costruire, tenendo conto, sempre più, dei problemi energetici e ambientali.

### Importanza degli apporti solari

Un edificio concepito per il risparmio energetico si caratterizza per gli importanti apporti solari (1) e interni rispetto ai fabbisogni globali. I fabbisogni di calore complementari, forniti dall'impianto di riscaldamento, verranno in media ridotti, ma saranno molto più variabili che in un'edificio tradizionale; questo sia nel tempo sia nello spazio.

### Inerzia termica

Un secondo aspetto da prendere in considerazione, è la grande inerzia termica riscontrata negli edifici occupati regolarmente. Le scuole sono spesso concepite leggere per poter riscaldare rapidamente i locali.

### Ripartizione termica per zone

Influenzerà evidentemente molto tutto il sistema di riscaldamento.

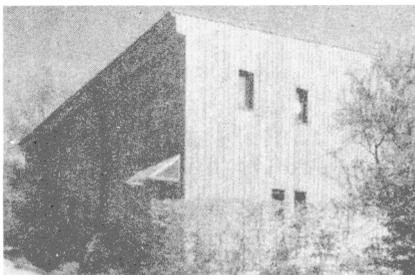
### Possibile eccedenza di calore

L'eccedenza di calore può essere riscontrata durante la mezza stagione e d'estate, per via delle grandi superfici vetrate e, alle volte per via degli apporti interni elevati (2).

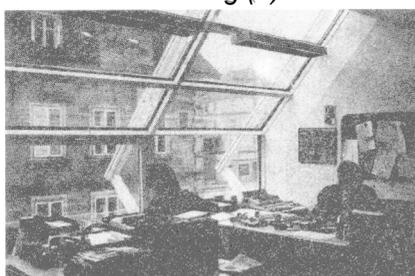
### Luce naturale

L'importanza delle grandi superfici vetrate permette di usare pienamente l'illuminazione naturale (3).

*Casa familiare a schiera  
Thônex (Ge) (1)*



*Solothurner Zeitung (2)*



*Hewlett Packard (3)*



### C3 Conseguenze sugli impianti di produzione di calore.

#### Fonte energetica

La sua scelta si basa su numerosi criteri e in modo abbastanza indipendente dalle caratteristiche dell'edificio. Bisogna dire, tuttavia, che con le vetrature attuali esiste un pessimo abbinamento tra edifici molto vetrati e le energie di rete (elettricità, riscaldamento a distanza e un po' meno il gas, perchè facilmente accumulabile a breve scadenza). In effetti, gli impianti di produzione e di distribuzione delle energie di rete sono basati sulle potenze di punta e più gli edifici sono vetrati più sono elevate.

#### Tipo di riscaldamento

È relativamente indipendente dall'aspetto solare dell'edificio. Nel caso di grandi impianti (centinaia di KW, vedi parecchi MW), può essere saggio installare una centrale di calore-forza che produce nello stesso tempo riscaldamento e elettricità (allegato CXI).

Per un'abitazione, un forno centrale a legna, permette di creare spontaneamente delle zone termiche dal centro verso la periferia perchè la massa dell'abitazione consente di assorbire la mancanza di flessibilità di questi impianti (4).

#### Sistemi misti

Un riscaldamento di base a circa 17°C, abbinato a dei sistemi complementari individuali ha certi vantaggi (ognuno si assume la prestazione richiesta); bisogna comunque fare attenzione ai problemi posti da una moltitudine di piccoli sistemi individuali. Sono indispensabili degli inquilini motivati perchè un tale sistema sia efficace.

#### Dimensionamento

Il dimensionamento dell'impianto di produzione di calore dovrà essere calcolato trascurando gli apporti solari per poter affrontare i fabbisogni estremi. Bisognerà pure prevedere una riserva per l'alzamento della temperatura, soprattutto negli edifici non occupati regolarmente (scuole, edifici amministrativi, ...). In questo caso bisognerà badare che il rendimento della caldaia resti soddisfacente malgrado la carica parziale.

#### Arresto della caldaia

Quando gli apporti solari e interni sono sufficienti, oppure, quando il sistema di riscaldamento è interrotto, l'arresto della caldaia consente degli apporti d'energia. Bisogna scegliere una caldaia che lo permetta senza rischio di corrosione.

*Riscaldamento a legna negli edifici della rue du Midi, Ginevra. (4)*



## C4 Conseguenze sugli impianti di distribuzione e di emissione del calore

### Sistemi a bassa temperatura

Questi sistemi diminuiscono spontaneamente la potenza quando la temperatura della stanza aumenta (autoregolaggio). In più riducono le perdite di produzione e distribuzione.

### Riscaldamento a pavimento (serpentine)

È da evitare nelle parti molto vetrate, o soggette a forti variazioni degli apporti interni, per due ragioni :

- questo sistema d'emissione ha una grande inerzia (la costante tempo di più ore) ed è quindi difficile da controllare,
- il pavimento già caldo non può più assorbire calore.

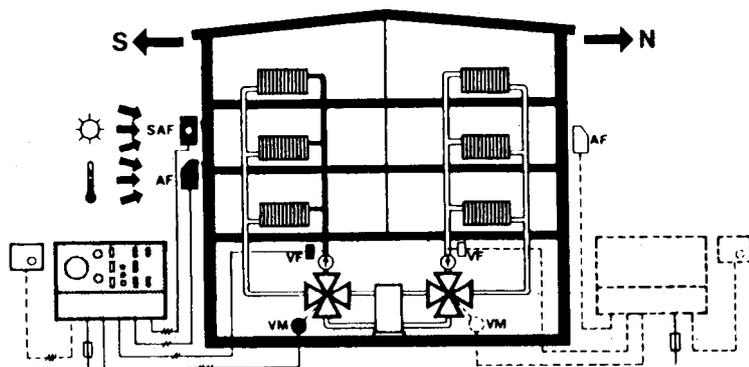
Se lo si vuole utilizzare nelle zone molto soleggiate, bisogna prevedere Un'ottimo trasferimento termico da queste zone dagli apporti gratuiti molto variabili, alle zone più fredde (termocircolazione o ventilazione meccanica, vedi B 3.2).

### Distribuzione ad aria

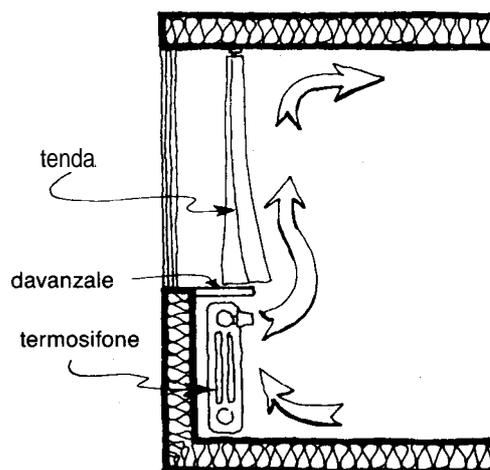
Negli edifici amministrativi con trattamento dell'aria, si trasporta spesso l'energia con l'aria. Questo trasporto stesso necessita molta più energia del trasporto con l'acqua (circa fattore 4). È per questo che si ritorna sempre più a una distribuzione dell'energia (calda o fredda) con l'acqua, la ventilazione avendo come unico scopo l'aerazione.

### Diverse reti di distribuzione

Per alimentare diverse zone con caratteristiche differenti (nord-sud, uffici-distribuzioni, aule-laboratori), esse permettono unagestione più facile degli impianti di emissione e regolazione. Per esempio, si possono prevedere dei termosifoni verso il lato sud e un riscaldamento a serpentine verso il lato nord, ognuno alimentato e regolato da due reti distinte (5).



(5) Sistema a due reti: nord e sud.



(6) Soluzione corretta.

### Posizione dei termosifoni

Bisogna fare attenzione ai corpi riscaldanti posati sotto le finestre per ragioni di benessere, perchè suscettibili di aumentare molto il consumo d'energia (6).

Una sistemazione come quella indicata sopra permette di ridurre le perdite.

## C5 Conseguenze sulla regolazione e la gestione dell'edificio

### Principio di base

È il sistema di riscaldamento che deve adattarsi per fornire la quantità d'energia strettamente necessaria al mantenimento del benessere interno.

Il suo ruolo è quindi di coordinare gli impianti di riscaldamento, perchè forniscano il complemento di calore «**esatto**»: quello che ci vuole, là dove ci vuole.

### Reazione dell'utente medio

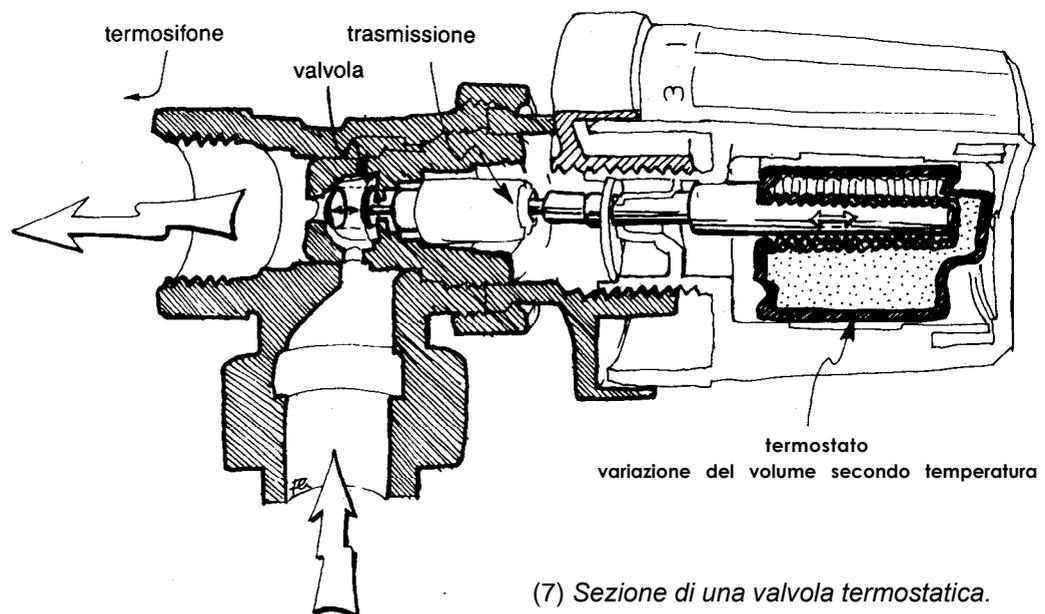
Sarà di conservare il massimo di benessere possibile. Tutte le esperienze dimostrano che l'utente lascia uscire il calore eccedente aprendo le finestre e proteggendosi dall'irraggiamento, chiudendo le tapparelle. Se la regolazione permette al sistema di riscaldamento l'emissione di calore in quel momento ne conseguirà uno spreco d'energia e un pessimo utilizzo degli apporti solari.

### Regola fondamentale

Diventa quindi imperativo che la regolazione arresti l'emissione di calore appena che la temperatura interna raggiunge il limite del benessere richiesto (21°C per esempio). Soltanto le regolazioni che tengono conto della temperatura interna possono gestire correttamente gli edifici con importanti apporti gratuiti.

### Valvole termostatiche

Esse assolvono perfettamente questo ruolo : ma qualsiasi termostato ambiente è appropriato, se sistemato convenientemente. Il vantaggio di queste valvole termostatiche è la loro regolazione stanza per stanza che è compatibile con la ripartizione termica per zone (7).



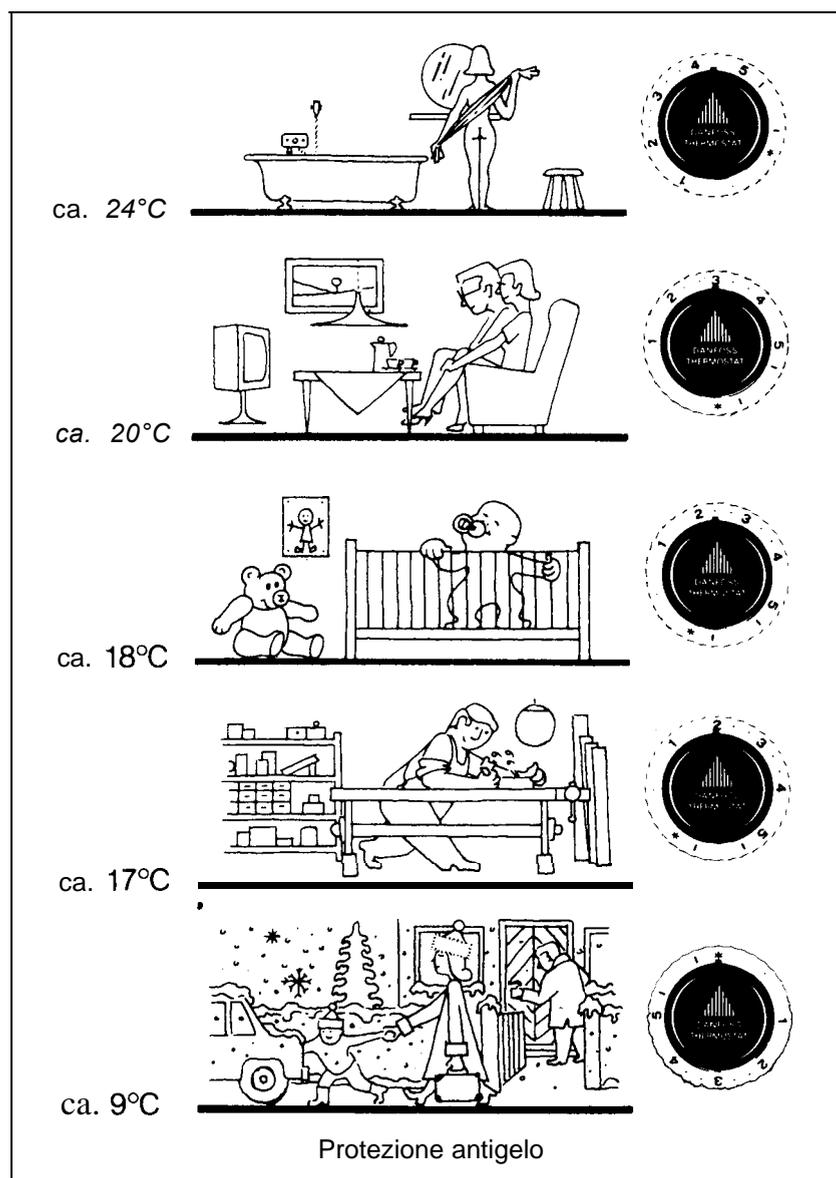
### Abbassamento della temperatura

Si può limitare l'influenza dell'atteggiamento dell'utente, regolando la temperatura di distribuzione in funzione delle condizioni esterne (temperatura, vento, sole,...). Questo miglioramento non dispensa dalla regolazione individuale delle stanze o dei corpi riscaldanti, secondo la temperatura della camera.

### Informazione agli utenti

Bisogna fare attenzione ai sistemi troppo sofisticati perchè difficili da regolare e da utilizzare, perchè esigono certe nozioni sui fenomeni termici. Per esempio, fare in modo che gli inquilini possano utilizzare bene le valvole termostatiche aggiunte durante un riattamento, richiede già un enorme sforzo di spiegazione.

(8) Scheda che illustra il funzionamento delle valvole termostatiche distribuite agli inquilini di un edificio riattato.



### Ruolo del gerente dell'edificio

La realizzazione e il mantenimento di regolazioni elaborate richiedono del personale qualificato e disponibile. Pure il ruolo del gerente dell'immobile è spesso rilevante, per un buon funzionamento di un sistema di riscaldamento: si notano delle grosse differenze di consumo tra edifici vicini secondo l'impegno professionale del portinaio e del suo incarico. Questo è dovuto sia al controllo degli impianti di riscaldamento, sia alla gestione corretta dell'edificio (sorveglianza della caldaia, del suo buon funzionamento, ma anche della sua efficienza, della chiusura della porta d'entrata o delle finestre del vano scala, rapida presa di conoscenza dell'opinione degli inquilini, . . .).

### Verifica delle prestazioni

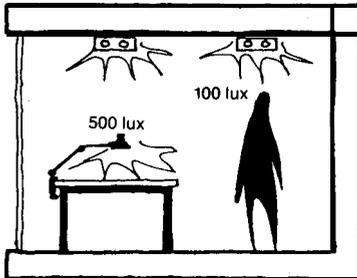
La messa a punto degli impianti tecnici, inevitabilmente complessa e interattiva negli edifici di un certo volume, deve proseguire fino all'ottenimento dei risultati attesi. Una verifica delle prestazioni sull'arco di due anni è auspicabile, per permettere al committente di verificare la fondatezza degli investimenti, sia per rapporto all'involucro sia agli impianti tecnici.

## C6 Conseguenze sull'illuminazione

### Complementarità

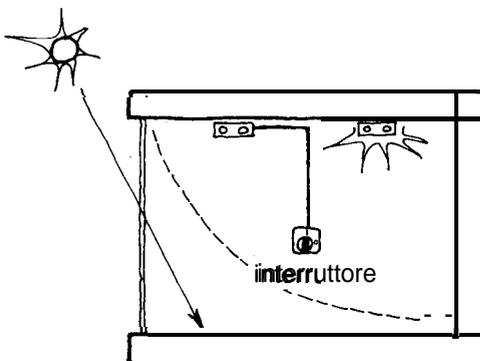
La giusta utilizzazione delle parti vetrate per l'illuminazione presume una buona complementarità tra illuminazione elettrica e illuminazione naturale (allegato CX2).

### Zone distinte



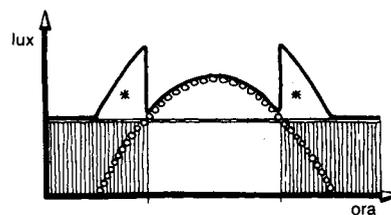
Divisione della superficie da illuminare in zone controllate in maniera indipendente tenendo conto dell'illuminamento naturale : per esempio, zona di lavoro non troppo distante dalla finestra e illuminata da lampade d'ufficio e zone di circolazione illuminate uniformemente, regolate per file (9).

### Regolazione per file



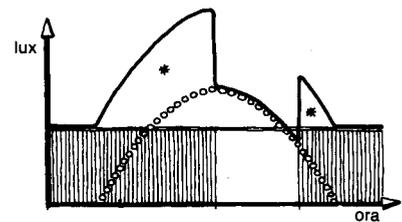
Controllo su tutto o niente, fila per fila, parallelamente alle finestre della facciata. Questo controllo viene eseguito generalmente dagli utenti secondo le loro necessità (10).

«IDEALE» 1/0



==== livello ambito  
 0000 illuminazione naturale  
 ||||| apporto artificiale

«REALE» 1/0

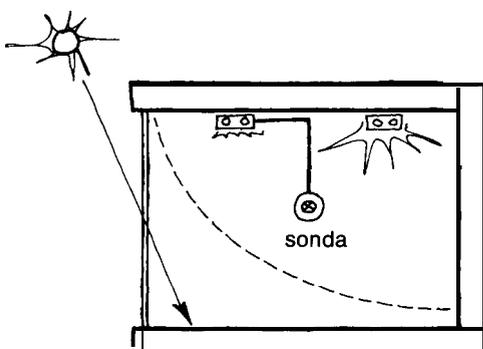


~ livello effettivo  
 \* luce in eccedenza

vantaggi : semplice e economico

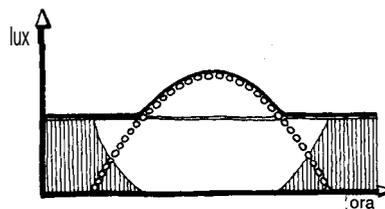
svantaggi: variazione della luminosità e risultati dipendenti dalla motivazione degli utenti

### Regolazione automatica

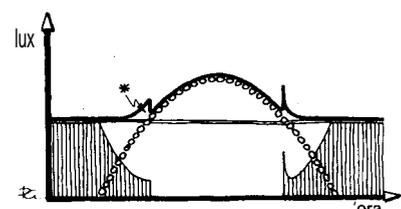


Illuminazione artificiale regolata automaticamente con delle sonde fotoelettriche. Questo metodo richiede l'utilizzo di tubi fluorescenti alimentati con l'aiuto di masse elettroniche speciali che permettono di variare il livello luminoso, senza perdere troppa efficienza (11).

DINAMICA IDEALE



DINAMICA REALE

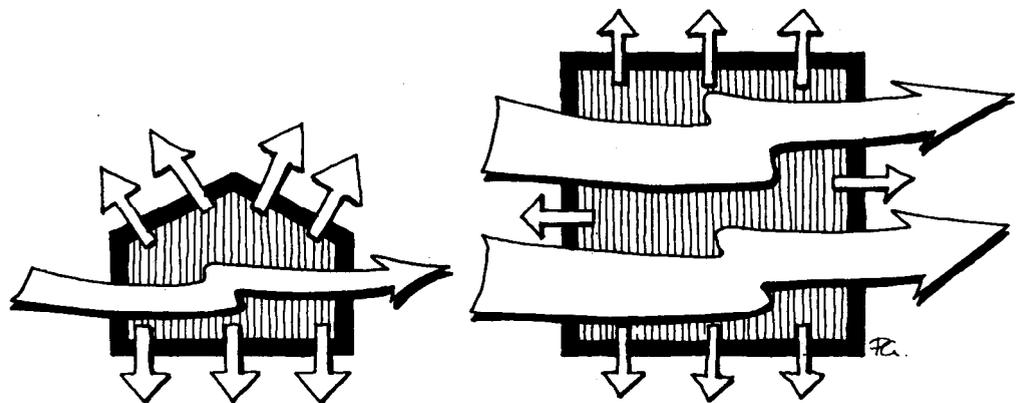


vantaggi : buone prestazioni, comodo

svantaggi : caro e complesso (dove piazzare la cellula di regolaggio?)

## C7 Conseguenze sull'aerazione e la ventilazione

<b>Ruolo della ventilazione</b>	<p>Aerazione degli edifici stagni per ragioni sanitarie e termiche (allegato CX3).</p> <p>Negli edifici amministrativi : trasporto e distribuzione dell'energia di riscaldamento o raffreddamento.</p>
<b>Principi</b>	<p><b>ventilare il giusto:</b> ne troppo, ne troppo poco, tenendo conto dei bisogni reali</p> <p><b>ventilare quando è necessario:</b> inutile portare aria fresca se l'edificio non è occupato, l'aerazione naturale è sufficiente</p> <p><b>ventilare dove è necessario:</b> inutile climatizzare locali non occupati</p> <p><b>ventilare come si deve:</b> aria troppo fredda o che circola a grande velocità non è confortevole.</p>
<b>Trasferimento di calore</b>	<p>Utilizzare la ventilazione per trasferire gli apporti solari delle parti a sud verso le zone più fredde.</p>
<b>Consumo</b>	<p>A livello energetico, la parte che riguarda il ricambio dell'aria dipende molto dal fattore forma dell' edificio.</p> <p>Per un edificio di piccole dimensioni come una villetta, l'accento dovrà essere posto piuttosto sulla qualità dell'involucro, mentre per un grande volume come un edificio amministrativo, sarà indispensabile un buon trattamento dell'aria per ottenere un debole consumo energetico (12).</p>



(12) Perdite termiche per un edificio grande e uno piccolo.

<b>Ricupero</b>	<p>Bisogna recuperare il massimo d'energia termica durante l'inverno attraverso recuperatori di buona qualità (allegato CX4)</p>
<b>Elettricità</b>	<p>I ventilatori sono grandi consumatori d'energia; risparmi rilevanti sono possibili, effetto controproducente d'estate quando questa energia riscalda l'aria appena raffreddata.</p>
<b>Tasso variabile della ventilazione</b>	<p>Nuove possibilità appaiono: regolaggio automatico del tasso di ventilazione in funzione del tasso di CO<sub>2</sub>, dell'umidità o del numero di persone contate nella sala.</p>

## C8 Conseguenze SUI benessere estivo

### C8.1 Ridurre gli apporti

#### Protezioni solari



D'estate, per poter mantenere delle temperature piacevoli, delle protezioni solari efficaci sono indispensabili soprattutto negli orientamenti a ovest e nelle aperture orizzontali (13). Scegliere le protezioni in funzione della luce desiderata: debole nelle abitazioni, forte nelle scuole e negli uffici. Gli apporti solari sono spesso la causa principale dell'installazione di impianti di climatizzazione in edifici amministrativi molto vetrati e mal protetti.

(13) *Edificio amministrativo Hewlett-Packard.*

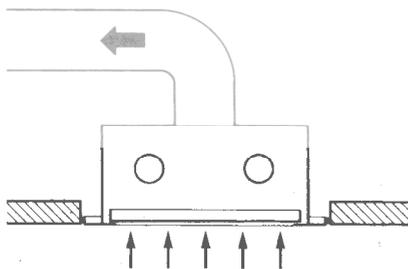
#### Isolazione delle parti esposte

Una buona isolamento delle parti opache esposte al sole è necessaria, soprattutto sotto il tetto. D'inverno questo stesso accorgimento permetterà di diminuire le perdite.

#### Illuminazione

Un'illuminazione ben studiata e una buona complementarità con l'illuminazione naturale permette di diminuire gli apporti termici (vedi C.5).

#### Evacuazione degli apporti interni



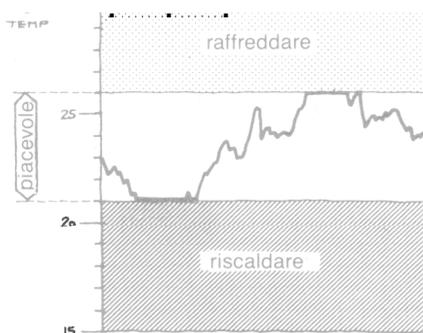
L'immediata evacuazione degli apporti interni anche minimi evita il surriscaldamento dei posti di lavoro.

Esistono, per esempio, delle lampade speciali che hanno delle riprese d'aria incorporate per evacuare le calorie. In seguito, queste calorie possono essere recuperate (d'inverno) o espulse (d'estate). (14)

(14) *Evacuazione del calore delle lampade.*

### C8.2 Lasciare fluttuare la temperatura

#### Regolazione



Negli edifici amministrativi climatizzati la regolazione dovrebbe permettere alla temperatura di fluttuare liberamente fino a 26°C circa. Così facendo, l'inerzia dell'edificio può assorbire una parte del carico termico e i fabbisogni di raffreddamento, quindi di energia, vengono così fortemente ridotti (15).

(15) *Limiti delle fluttuazioni di temperatura in un edificio amministrativo.*

#### Benessere

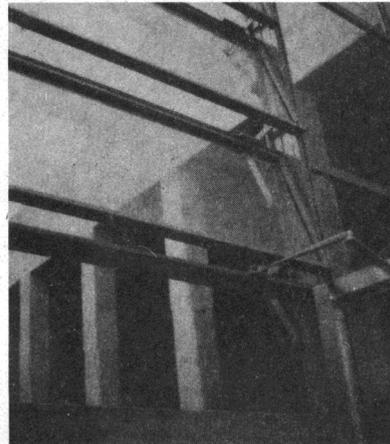
Il benessere così ottenuto risulta spesso piacevole visto che la differenza di temperature tra esterno e interno è approssimativamente costante, contrariamente agli edifici climatizzati. In questi ultimi l'inerzia dell'edificio viene resa completamente inutile.

### C8.3 I sistemi di raffreddamento

Durante il periodo di canicola certi metodi di raffreddamento possono essere utilizzati per contenere la temperatura nei locali. Questi metodi dovrebbero essere studiati sempre prima di decidere la climatizzazione di un edificio, perchè possono condurre a un eccellente benessere, a dei costi d'impianto e manutenzione molto più bassi di una climatizzazione tradizionale.

#### Aerazione naturale

Durante il giorno l'aumento della velocità dell'aria aumenta il benessere, durante la notte l'aria raffredda la costruzione e accumula freschezza per la giornata. Per assicurare il tasso di ricambio necessario bisogna prevedere delle aperture che permettono all'aria di attraversare da cima a fondo l'edificio o per lo meno da una facciata all'altra.



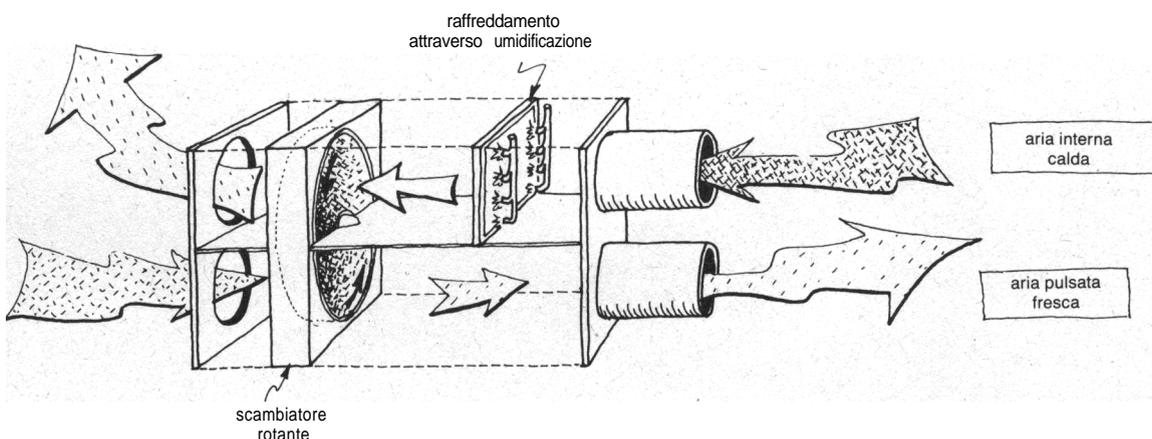
(16) Ventilazione di un passaggio coperto a Schmittent.

#### Aerazione meccanica

È necessaria se l'edificio si trova in zona rumorosa o se non è possibile un'aerazione naturale sufficiente.

#### Raffreddamento attraverso l'evaporazione

Caria pulsata è raffreddata dall'aumento della sua umidità. Per evitare problemi d'umidità negli edifici può essere utilizzato uno scambiatore di calore. Per esempio, l'aria esterna di 30°C e con un'umidità del 30% viene raffreddata a 18°C se la si satura d'acqua (17).



(17) Principio di raffreddamento attraverso l'evaporazione.

#### Fonte di freddo

Può essere: il sottosuolo, la cantina, un corso d'acqua... Risultati ottimi sono ottenuti a condizione di ben dimensionare l'impianto di ventilazione per evitare un riscaldamento dell'aria pulsata dall'energia del ventilatore, per infiltrazione nelle condotte situate prima del ventilatore e che si trovano in depressione o per scambio termico attraverso le pareti delle condotte.

## C9 Coordinamento tra architetti e ingegneri specialisti

### Complementarità

Un edificio economico in energia, che utilizza in modo efficace l'energia solare per l'illuminazione e il riscaldamento, richiede una buona complementarità tra involucro e impianti.

Per assicurare questa complementarità bisogna, fin dalla prima fase del progetto, far intervenire gli ingegneri specialisti per gli impianti di riscaldamento, di ventilazione e d'illuminazione, per avere un concetto energetico preciso e i principi di questa complementarità (18).

Questa stretta collaborazione non deve sboccare su impianti più complessi ma, al contrario, deve permettere di scegliere i dispositivi più appropriati e semplici per l'edificio progettato.

### Un gruppo

L'architetto oppure il coordinatore dei lavori deve avvalersi di un gruppo competente; l'importanza di questo gruppo dipenderà dalla complessità dell'edificio (19).

### Un linguaggio comune

Una buona collaborazione tra l'architetto e gli ingegneri specialisti al momento del progetto richiede un minimo di conoscenza dell'argomento trattato in modo da trovare un linguaggio comune.

Per esempio, un ingegnere o una ditta di impianti di ventilazione, responsabile dell'estrazione dell'aria viziata da un edificio, deve essere capace di consigliare l'architetto sulle infiltrazioni d'aria dell'involucro e sulla convezione naturale.

L'organizzazione di formazioni più complete di ingegneri specialisti, lo studio della fisica dell'edificio nelle scuole di architettura oppure i corsi del programma d'impulso devono permettere questa pratica di gruppo.



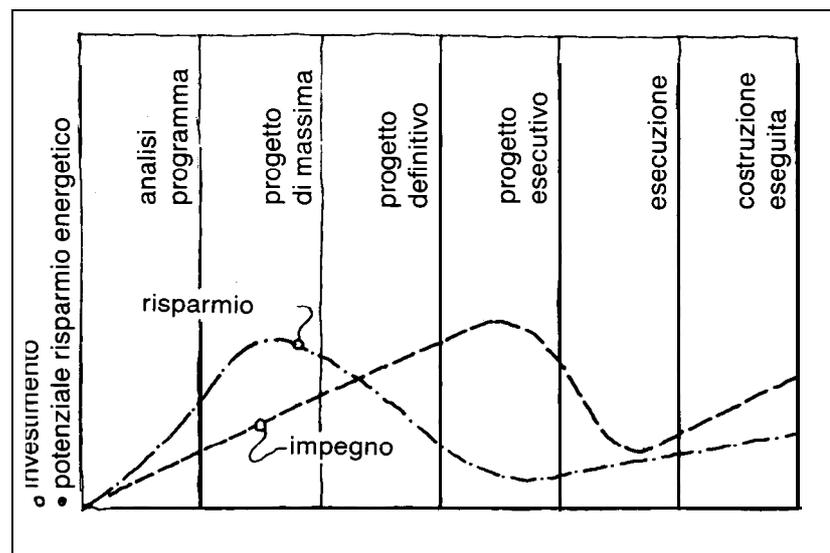
generalista



specialista



il gruppo'



(19)

(18) I risparmi energetici possono essere massimizzati, con pochi sforzi, durante la fase del progetto preliminare. Per questo è necessario far intervenire la riflessione e gli ingegneri specialisti fin dall'inizio di questa fase di lavoro.

# CX ALLEGATI

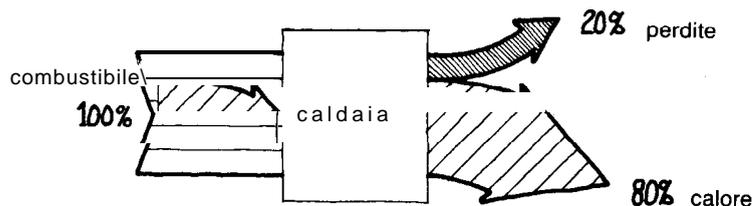
## CXI La cogenerazione o produzione combinata di forza e calore (CCF)

### Descrizione

Si chiama cogenerazione o produzione combinata di forza e calore la produzione simultanea di calore e elettricità.

Lo scopo non è di produrre maggior energia ma di produrre assieme al calore anche elettricità, energia più nobile e più cara.

#### (20) Produzione «normale» di calore.

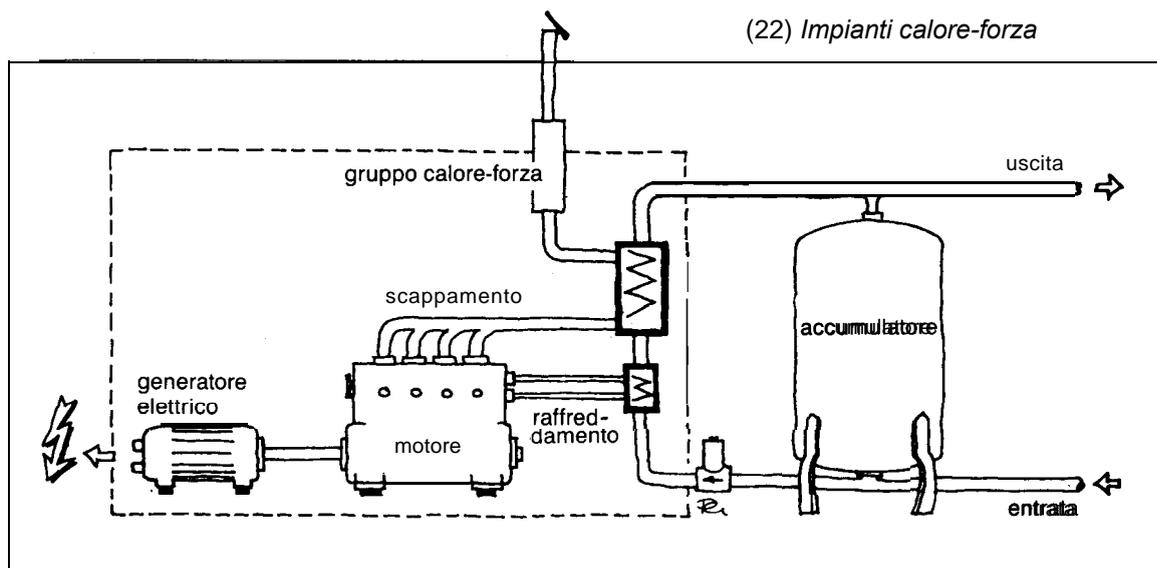


#### (21) Produzione combinata di forza e calore



### Gruppi di CCF

Nei «piccoli impianti» (edifici amministrativi, ospedali, quartiere), si installano parecchie unità per poter adattare la potenza ai bisogni.



### Criteri per il buon funzionamento

Necessita calore e elettricità simultaneamente e in un rapporto corrispondente alle caratteristiche del CCF oppure la possibilità di rivendere l'elettricità a un prezzo che permette di coprire le spese di produzione.

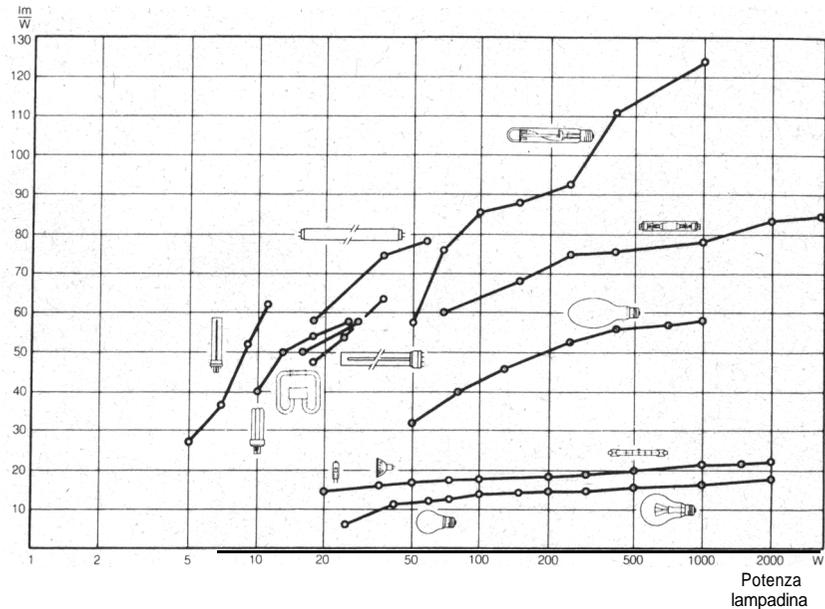
Una soluzione consiste nell'alimentare una termopompa con l'elettricità prodotta, assicurando contemporaneamente i fabbisogni, ridotti a calore, pur restando energeticamente parlando, molto redditizia.

## CX2 Lilluminazione artificiale

Una migliore efficienza energetica per l'illuminazione passa attraverso

### Fonti luminose

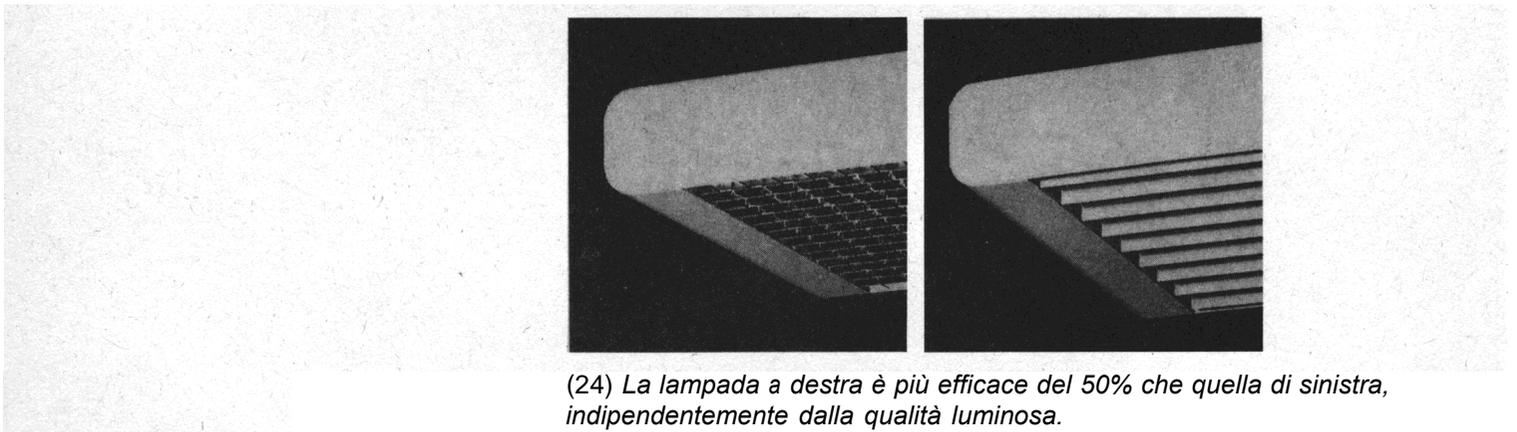
Fonti luminose efficienti e di buona qualità (resa dei colori,...)



(23) Resa luminosa di diverse fonti.

### Lampade

Lampade pure efficaci e soddisfacenti a livello di benessere (abbagliamento, uniformità,...) -



(24) La lampada a destra è più efficace del 50% che quella di sinistra, indipendentemente dalla qualità luminosa.

### Sistemazione

Nella misura del possibile muri e soffitti chiari.

### Utilizzazione

Una fonte di risparmio importante è l'adattamento della durata dell'illuminamento all'occupazione.

## CX3 | bisogni d aerazione

### Cause

- umidità

	acqua
Persona in riposo	50 g/h
Persona attiva	250 g/h
Preparazione pasti	1000 g/h
WC e bagni	400 g/h
Lavaggio pavimento	23 g/m <sup>2</sup>
Piante	10 g/h
<b>Totale per una famiglia composta da 4 persone</b>	<b>8,5 l/giorno</b>

- bisogni in ossigeno
- eliminazioni del CO<sub>2</sub>,
- odori corporali

	Espuls. CO <sub>2</sub>	Ventilazione come limite	
		1500 ppm	1220 ppm
Persona in riposo	15 l/h	13 m <sup>3</sup> /h	17 m <sup>3</sup> /h
Lavoro leggero	23 l/h	20 m <sup>3</sup> /h	26 m <sup>3</sup> /h
Lavoro manuale	30 l/h	25 m <sup>3</sup> /h	33 m <sup>3</sup> /h
Lavoro pesante	> 30 l/h	> 25 m <sup>3</sup> /h	B 33 m <sup>3</sup> /h

- fumo,...
- prodotti inquinanti interni

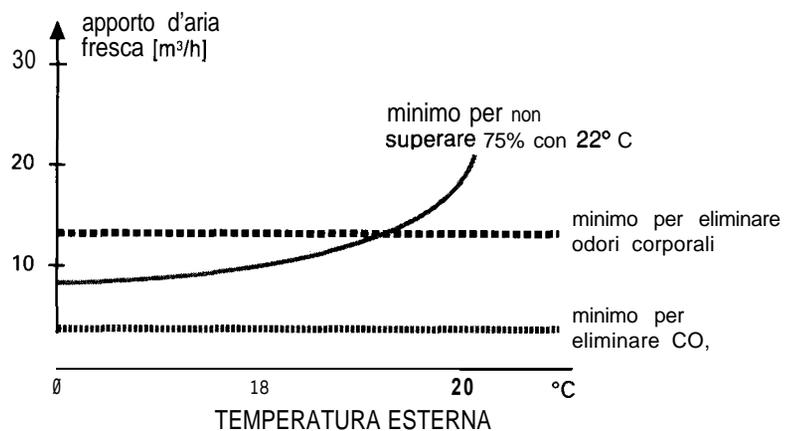
**1500 ppm** : limite sanitario da non superare  
 (\* 1 ppm = 1 parte per milione)

componenti prodotti dai materiali che costituiscono l'involucro, il mobilio la sistemazione :

- formaldeide,
- radon,
- composti organici: solventi, pigmenti,...
- polveri, muffe,

### Bisogni

Il tasso di ventilazione dovrà essere sufficiente per diluire i prodotti inquinanti, eliminare l'umidità e portare l'ossigeno necessario. Durante la mezza stagione, quando il contenuto di vapore dell'acqua e dell'aria aumenta, l'eliminazione dell'umidità richiede maggior ventilazione che durante l'inverno.



(25) *Apporto d'aria necessaria a un adulto.*

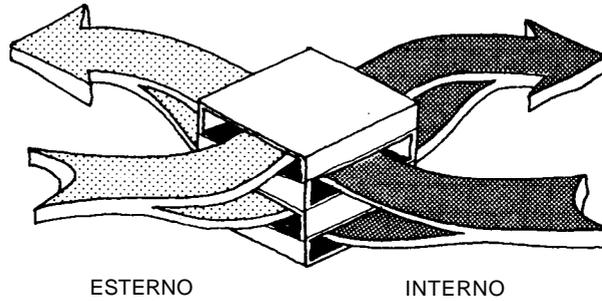
### Regolazione del CO<sub>2</sub>,

Il debole contenuto naturale di CO<sub>2</sub> nell'aria ne fa un buon indicatore del tasso di inquinamento nei locali dove la fonte principale della produzione è rappresentata dagli occupanti o dalla combustione.

## CX4 Gli scambiatori di calore aria/aria

### Scambiatori a piastre

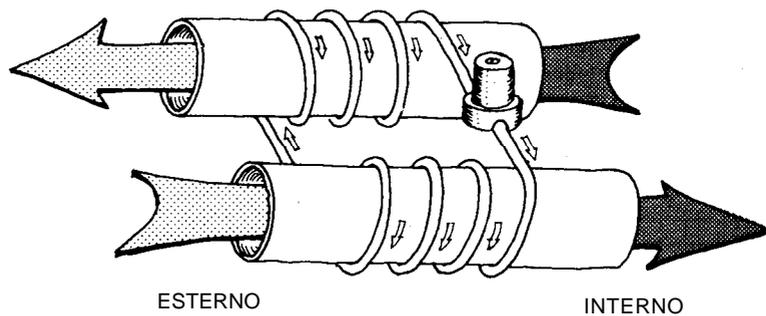
I canali per l'entrata dell'aria fresca e per l'uscita dell'aria viziata si incrociano (26).



Efficienza : 50-60 %  
 Umidità recuperabile con piastre speciali  
 Debole contaminazione (perdite)  
 Possibilità di gelo lento se la temperatura esterna è di  $< -10\%$

### Scambiatori a acqua glicolata

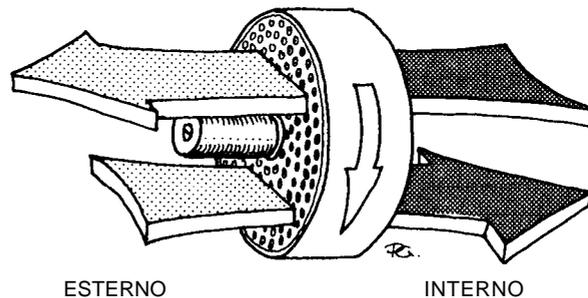
I canali per l'entrata dell'aria fresca e per l'uscita dell'aria viziata possono essere distanti (27).



Efficienza: 45-60 %  
 Umidità irrecuperabile  
 Contaminazione inesistente  
 Gelo rapido se la temperatura esterna è di  $< -15^{\circ}\text{C}$

### Scambiatori a ruota

I canali per l'entrata dell'aria fresca e per l'uscita dell'aria viziata si incrociano



Efficienza : 55-80 %  
 Umidità recuperabile con ruota speciale  
 Contaminazione : 5-10 % d'aria riciclata  
 Gelo possibile se la temperatura esterna è di  $>$

## CR Bibliografia riguardante figure e illustrazioni

- « 1er Prix romand d'architecture solaire 1989 », stampato dalla  
Société Vaudoise d'Energie Solaire (1)
- <<Les grands travaux de la ville de Genève»,  
stampato dalla ville de Genève (4)
- «Sistemi di riscaldamento per case a basso consumo energetico,,,  
programma d'impulso 1987, N° 724.609 (5)
- Catalogo « Danfoss » (8)
- Catalogo « Regent » (14, 23, 24)
- «Energy Design for Architects», Alexander Shaw editore, 19 (18, 19)
- «Chaleur et lumière dans le bâtiment», SIA, DO56 (25)
- Altre illustrazioni e figure realizzate per questa pubblicazione: P. Gallinelli, CUEPE
-

# **Sole e architettura - Guida pratica per la progettazione**

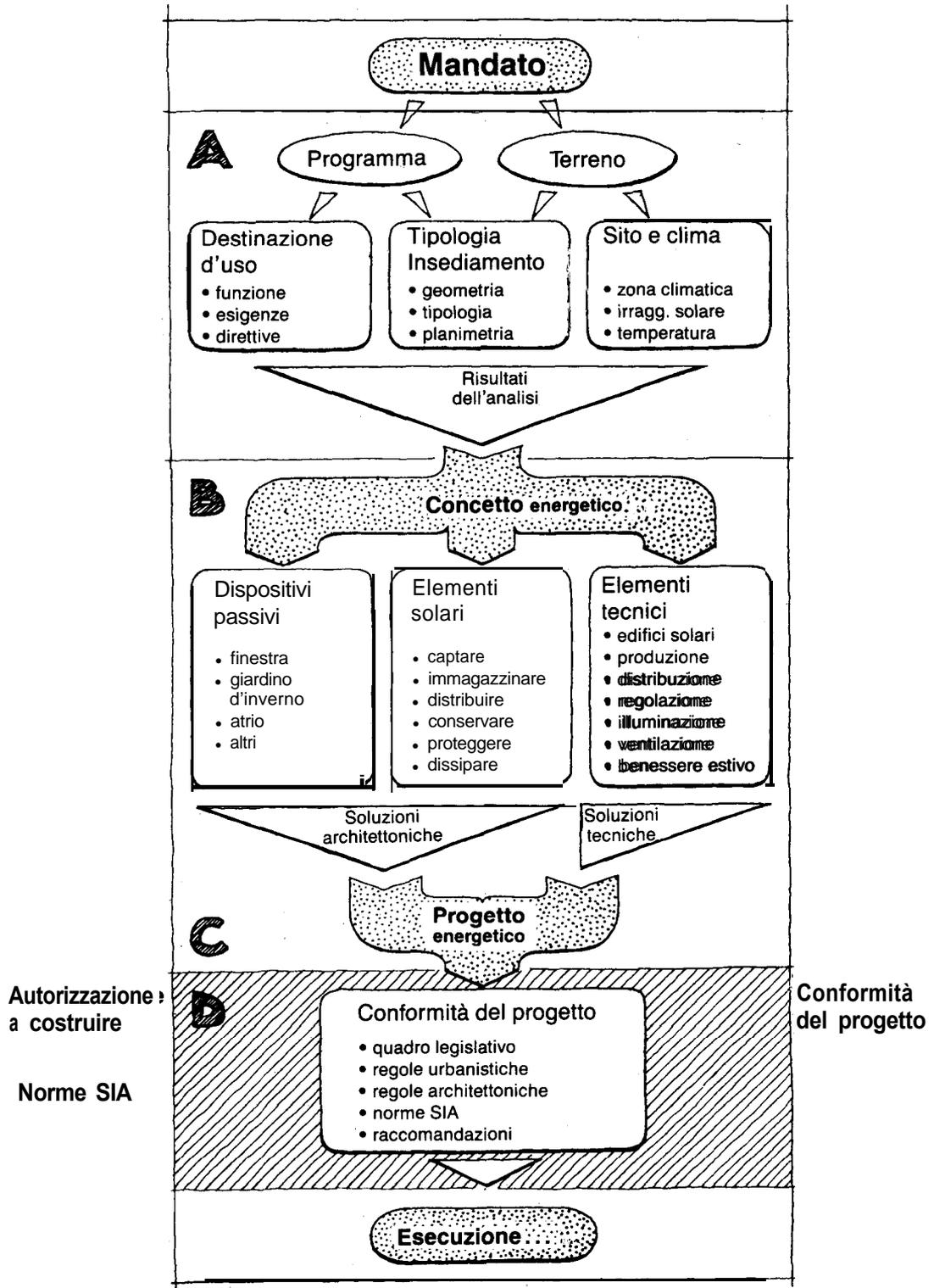
## **D - Autorizzazione a costruire Norme SIA**

---

# D - Autorizzazione a costruire - Norme SIA

## Indice

- DI    Introduzione**
- D2    Quadro legale generale**
  - D2.1 Livello federale
  - D2.2 Livello cantonale
  - D2.3 Livello comunale
- D3    Regole urbanistiche e elementi architettonici**
- D4    Prescrizioni tecniche**
- D5    Regole professionali, norme e raccomandazioni SIA**
- D6    C o n c l u s i o n i**
- DX    Allegati**
  - DXI Raccomandazione SIA 380/1
  - DX2 Diritto al sole



# D1 Introduzione

Un progetto di costruzione che utilizza elementi di captazione passiva dell'energia solare non si distingue molto, per quel che riguarda il progetto e, in seguito, le disposizioni legali e i regolamenti da applicare, da un progetto normale.

Secondo i risultati delle valutazioni fatte durante la fase di progetto di massima (vedi sopra capitoli a-b-c), la scelta architettonica obbligherà l'architetto di verificare la concordanza con i regolamenti edilizi comunali e cantonali, oppure di procedere a un'interpretazione dei regolamenti facendo diventare possibile un dispositivo «non regolamentare».

Esiste un certo numero di dispositivi legali, a livello svizzero, cantonale e comunale che incoraggiano l'utilizzazione di energie rinnovabili e dell'energia solare. La loro applicazione dipende, in effetti, dalla conoscenza che l'architetto e l'ingegnere ne hanno, dalla volontà che ne hanno di trarre vantaggio per realizzare una costruzione concepita per l'utilizzazione dell'energia solare passiva.

Secondo la scelta architettonica e i materiali proposti, saranno necessarie delle «trattative» con il comune e /o cantone al momento della presentazione della domanda di costruzione.

La domanda di costruzione è la procedura istituita dalla collettività per controllare la conformità del progetto alle regole di costruzione.

L'approvazione del permesso di costruzione, rilasciata dal comune o cantone, dipende essenzialmente da fattori che si possono classificare schematicamente in modo seguente:

- quadro legale generale
- regole urbanistiche e elementi architettonici
- dispositivi tecnici.

## D2 Quadro legale generale

Come già menzionato sopra, tutte le costruzioni, solari 0 non, sono sottomesse allo stesso quadro legislativo, cioè :

### D2.1 Livello federale

D2.1.1 Legge federale sulla pianificazione del territorio.

D2.1.2 Decreto in materia d'energia (articolo costituzionale sull'energia, in allestimento).

### 02.2 Livello cantonale

D2.2.1 Leggi cantonali sulla pianificazione del territorio e delle costruzioni con i piani delle zone e i loro regolamenti d'applicazione (osservazione: le leggi cantonali possono avere diverse appellazioni secondo i cantoni).

D2.2.2 Articoli relativi all'energia (legge edilizia).

### D2.3 Livello comunale

D2.3.1 Piano delle zone

D2.3.2 Norme d'attuazione

D2.3.3 Articoli specifici sull'energia inseriti nelle norme d'attuazione, oppure regolamento comunale speciale sulle questioni energetiche.

### D2.4 Regole professionali

D2.4.1 Norme e raccomandazioni SIA, in particolare quelle che riguardano l'energia nell'edificio N° 180-180-4, 380/1 e 384/2.

D2.4.2 Regolamenti e norme inerenti alle associazioni professionali.  
(vedi allegato DXI)

### D3 Regole urbanistiche, regolamenti specifici sugli elementi architettonici

L'architetto e l'ingegnere devono, con la loro esperienza professionale, saper destreggiarsi con questi regolamenti. Possono essere avvicinati, in grandi linee, nel modo seguente:

#### D3.1 Piano delle zone, piano di destinazione d'uso, orientamento, volumi, densità

Secondo le conclusioni dello studio preliminare (fasi a-b-c), l'elaborazione di un piano di quartiere o di un piano particolareggiato può risultare interessante. Vantaggi : questa procedura permette di ottenere soluzioni più interessanti in funzione del luogo e del programma; spesso permette di far accettare delle proposte per uno sfruttamento migliore del suolo e delle energie rinnovabili.

#### D3.2 Insediamento

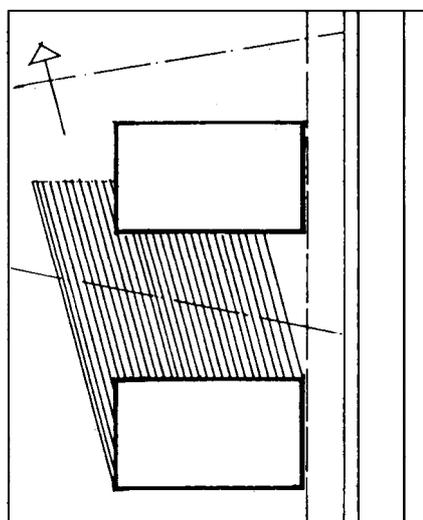
I regolamenti del piano delle zone contengono spesso delle prescrizioni concernenti :

- l'allineamento delle costruzioni
- l'insediamento parallelo alle strade
- l'insediamento parallelo alle curve di livello

In molti casi queste regole corrispondono a un tipo di utilizzazione del territorio e permettono un insediamento corretto rispetto all'irraggiamento solare. (1)

Orientamento verso sud è un fattore importante per determinare l'insediamento; altri criteri, come la vista, l'edificazione circostante o le condizioni geografiche locali sono pure da considerare.

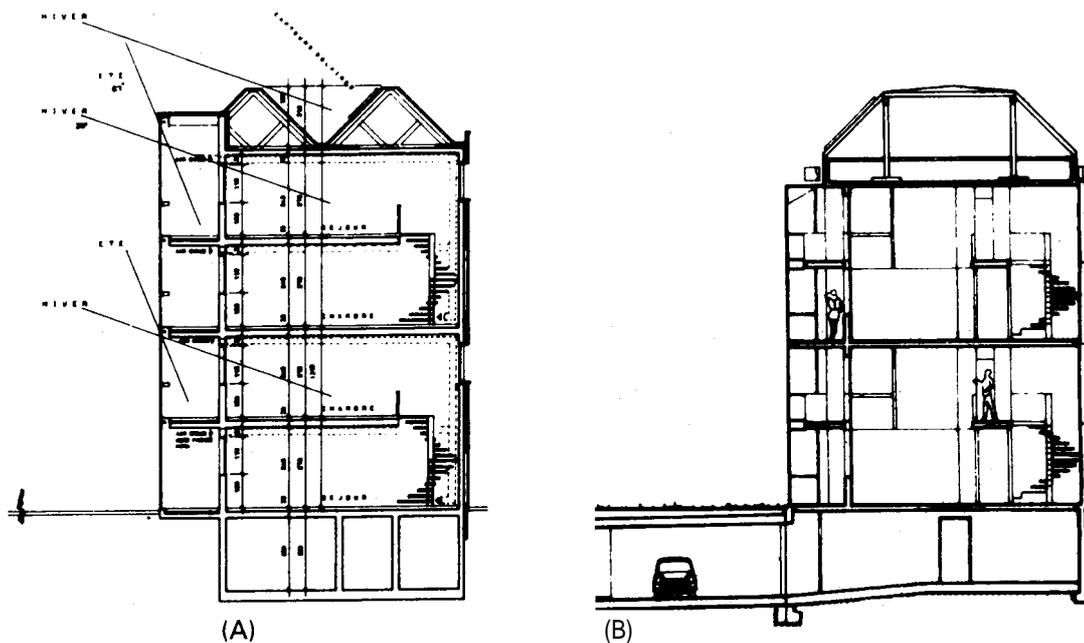
Tuttavia, l'analisi del sito e il progetto architettonico come risposta al programma e alle esigenze tecniche può imporre un'altro tipo di insediamento. In questo caso, gli articoli sul risparmio energetico forniscono all'architetto, nella maggior parte dei casi, gli argomenti necessari per difendere una soluzione più interessante di quella che risulterebbe dall'applicazione diretta dei regolamenti.



*Insediamento (1)*

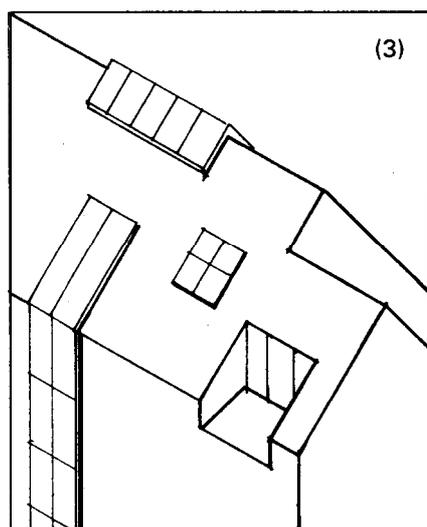
### 03.3 Altezze

Le pendenze dei tetti e l'orientamento del colmo sono spesso imposti dai regolamenti del piano regolatore. Uno studio approfondito dell'irraggiamento solare può giustificare una richiesta di deroga.



(2) *Complesso residenziale a Prévèrènges: copertura prevista per il concorso (A) e realizzata (B) per questioni legali.*

### D3.4 Materiali di copertura, limitazione delle aperture sul tetto, elementi sporgenti sul tetto



I regolamenti edilizi contengono delle prescrizioni più o meno restrittive a questo proposito. Le proporzioni rispetto alla lunghezza, rispettivamente alla superficie del tetto, sono pure regolamentate. In alcuni casi queste regole possono porre dei problemi per la progettazione delle:

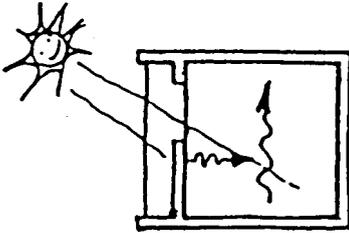
- superfici di captazione;
- serre incluse nella superficie del tetto;
- vetrate verticali incluse nel tetto;
- balconi interni.

Giustificando con argomenti d'utilizzazione giudiziosa delle energie rinnovabili, possono essere ottenute delle eccezioni alla regolamentazione.

### D3.5 Elementi particolari specifici all'architettura cosiddetta «solare»

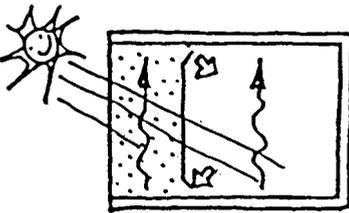
#### D3.5.1 Grandi aperture in facciata verso sud, facciate verso sud completamente vetrate

- verificare i problemi d'estetica e d'inserimento (specialmente in un posto particolare);
- assicurare rapporti con l'ambiente naturale e edificato;
- materiali di costruzione :  
verificare / negoziare le prescrizioni dei regolamenti ;
- analizzare i problemi d'abbagliamento;
- secondo la situazione urbana e il programma dei locali : verificare se le norme SIA 180, 181 e 181M possono essere rispettate;
- la realizzazione di superfici vetrate importanti deve essere giustificata dal concetto energetico.



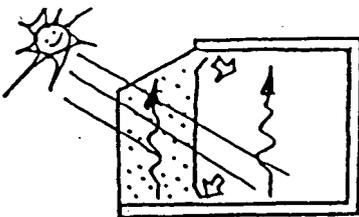
#### D3.5.2 Doppia facciata

Secondo i regolamenti, la sua superficie verrà conteggiata o no nell'indice d'occupazione; tuttavia, l'apporto d'energia attraverso questo spazio non abitabile che è la «doppia facciata\*» dovrebbe indurre le autorità a non considerarlo nel calcolo delle superfici edificate e superfici lorde come pure nel calcolo delle distanze verso i confini.



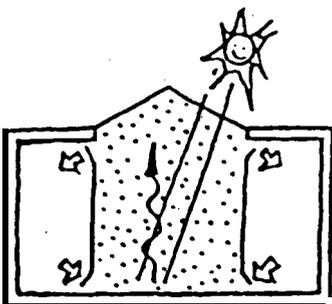
#### D3.5.3 Balcone vetrato, veranda

- la loro sporgenza massima varia secondo i cantoni e i comuni e influenza più o meno le distanze dell'edificio rispetto ai confini e agli allineamenti ;
- se hanno elementi portanti che partono dal suolo la loro superficie è generalmente considerata nel calcolo degli indici di sfruttamento e occupazione.



#### 3.5.4 Giardino d'inverno

- le osservazioni fatte per la «doppia facciata» sono valide;
- secondo il luogo, il giardino d'inverno costruito su vari livelli influenza il calcolo dell'indice di sfruttamento;
- anche qui si tratta di utilizzare i provvedimenti nei regolamenti e leggi che favoriscono la realizzazione di giardini d'inverno;
- in alcuni cantoni, i giardini d'inverno possono essere costruiti al di qua delle distanze regolamentari o sconfinare sugli allineamenti delle costruzioni;
- un'osservazione: le serre /giardini d'inverno senza interfaccia (dunque «serre riscaldate») non possono essere sostenute.

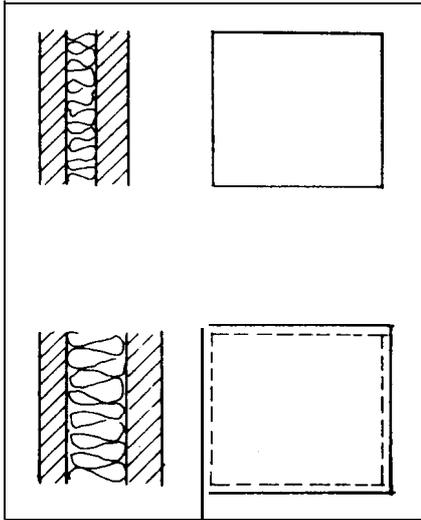


#### 3.5.5 Atrio e corti interne

- sono elementi interessanti soprattutto dal punto di vista dell'illuminazione naturale e permettono di creare zone di contatto e d'animazione stimolanti ;
- l'integrazione di un atrio nel progetto influisce per forza sulle dimensioni esterne di un edificio, quindi sulle distanze da confine; sono ugualmente da considerare le lunghezze massime di facciata imposte dai regolamenti;
- la realizzazione di un atrio può unire due corpi di edifici in modo da non dover considerare le distanze obbligatorie tra due edifici situati su uno stesso fondo (tuttavia, attenzione alle distanze di confine in funzione della lunghezza di facciata);

- non riscaldato per principio, questo spazio dovrebbe essere considerato come una corte interna, così come la si conosceva dai vecchi regolamenti sulla salubrità delle costruzioni, in modo da non essere considerato nel calcolo delle superfici, partendo da una superficie minima definita secondo il numero dei piani.

#### D3.5.6 Isolazione rinforzata



- in media, il calcolo delle perdite termiche secondo la SIA 180/ 1 conduce a delle isolazioni termiche dell'ordine di 6-8 cm di spessore. Secondo i casi e i confronti, un'isolazione termica spinta fino allo spessore di 15, 18 cm rimane economicamente interessante;
- questo spessore maggiorato penalizza il costruttore nella riduzione della superficie utile netta;
- delle deroghe sono quindi da richiedere di caso in caso (distanze dai confini, lunghezza massima di facciata, allineamenti, ecc.).

#### 03.6 Diritto al sole

Si tratta piuttosto di un postulato :

- il diritto al sole è una nozione molto poco sviluppata nei regolamenti di costruzione; al massimo esiste nella definizione delle altezze di gronda e colmo e nelle distanze dai confini e edifici vicini, fissata in proporzione dell'altezza e, alcune volte, dell'orientamento degli edifici (per esempio a Neuchatel);
- nel caso che un fondo subisca una «messa all'ombra» importante a causa di edifici vicini progettati secondo i regolamenti, ci si può chiedere se non è possibile prevedere una deroga per l'insediamento (allineamenti, distanze dai confini);
- si potrebbe pure immaginare il contrario : quello che scherma il sole con una costruzione su un fondo vicino dovrebbe essere obbligato a utilizzare il solare passivo nella costruzione... un postulato che meriterebbe un'indubbia riflessione. (*Allegato DX2*)

#### D4 Prescrizioni tecniche

che gli architetti e ingegneri devono prendere in considerazione.

Si tratta principalmente di regolamenti sulla polizia del fuoco (nel caso di realizzazioni di atri e corti interne esistono regolamenti particolari da osservare) e regolamenti sulla sicurezza e salubrità delle costruzioni contenuti nelle leggi cantonali.

## D5 Regole professionali Norme e raccomandazioni SIA

### D5.1 Prefazione

Appare utile qui vedere, se, e come, le norme e raccomandazioni SIA in vigore attualmente considerano il potenziale d'utilizzazione dell'energia solare passiva presente in un progetto o realizzazione. All'occorrenza bisogna definire l'utilità di queste regole e capire in che modo possono essere interessanti per l'architetto.

### D5.2 Costatazione

Gli architetti non si sentono o si sentono poco toccati dalle diverse normative e raccomandazioni relative all'energia. Preferiscono affidare questi aspetti a uffici tecnici specializzati. Questi non hanno, invece e per forza di cose, la visione globale necessaria dell'esito di un progetto.

### D5.3 Postulato

L'obiettivo di utilizzare in modo passivo l'energia solare nell'edificio può essere preso in considerazione dall'architetto soltanto se questo obiettivo diventa un parametro reale della progettazione architettonica; questo parametro così considerato avrà certamente un'incidenza nell'espressione del linguaggio architettonico. E ancora, bisogna essere capaci di dominarlo nella sua globalità.

**Le norme e raccomandazioni SIA devono, per rimanere credibili, essere aiuto e strumento per l'architetto permettendogli di valutare i flussi energetici attraverso l'involucro che circonda gli spazi progettati.**

Lo scopo ricercato resta pertanto la creazione di uno spazio per la vita umana.

### D5.4 Specificità di alcune norme e raccomandazioni SIA

La tabella N°7 permette di confrontare brevemente il carattere proprio di queste regole concernenti gli aspetti termici dell'edificio.

### D5.5 Utilizzazione passiva dell'energia solare

La tabella N° 2 permette di confrontare, queste regole rispetto all'utilizzazione passiva dell'energia solare (con articoli di riferimento).

Bisogna constatare che secondo i parametri definiti, la raccomandazione SIA 380 / 1 è sulla cresta dell'onda, cioè è la sola capace di dare risposta a ogni parametro che caratterizza l'utilizzazione passiva dell'energia solare. Bisogna tuttavia rilevare che l'effetto serra non è preso in considerazione nel caso degli elementi speciali di captazione dell'energia come le verande, i muri collettori, la doppia facciata, ecc.

## D5 Regole professionali Norme e raccomandazioni SIA

Tabella N° 1

N°	Specificità termiche	Cosa / valori
180 (norma)	<b>Buona visione della qualità isolante di un elemento</b> di costruzione (suolo, muro, tetto, ecc.). (tratta pure il benessere e la condensazione)	Perdite (k) W/°Km <sup>2</sup>
180/1 (raccomandazione)	<b>Buona visione della qualità isolante dell involucro della costruzione</b> , confrontata alla qualità isolante ammissibile di un edificio teorico in condizioni simili.	Perdite medie (k <sub>amm</sub> ) (k medio WKm <sup>2</sup> )
180/4 (raccomandazione)	<b>Energia finale completa</b> consumata annualmente riferita al m <sup>2</sup> di superficie lorda dei locali riscaldati (SRE).	Consumo (E) MJ/m <sup>2</sup> annuo
380/1 (raccomandazioni)	Bilancio energetico annuale che indica la <b>quantità d energia necessaria per riscaldare un edificio durante 1 anno</b> riferita al m <sup>2</sup> di superficie utile lorda riscaldata. Questo valore è confrontato a un valore limite di un edificio fittizio in condizioni simili.	Fabbisogni in energia (Qr) MJ/m <sup>2</sup> annuo
38412 (raccomandazione)	Potenza termica da installare, cioè « <b>grandezza</b> » della <b>caldaia</b> da montare secondo le condizioni climatiche.	Potenza (Q) W

Tabella N° 2

Parametri solari passivi	180	180/1	380/1*	384/2
Clima	3 1/3 3/A1	2 32	C 2 4 / D 4	2 2 + p. 17-20
Orientamento		3 4	B 2 1	
Forma (rap. inv./vol.)		2 37	B 27	(4/4 6)
Irraggiamento solare		(3 4)	B 2 1	—
Fonte di calore int.			D 1 / D 2	(6 1)
Ricambio d'aria			D 1 / D 2	5 1/5 715 8
Isolazione termica	2 3/3 3	3 513 6	B 2 1 / D 2	4
Inerzia termica			B 2 1	2 12
Effetto serra			(B 2 7)	
Consumo			A 4 / C 2	
<b>Esigenze legali (1990)</b>				
JU	(+)	—		—
BE	+	+		+
NE	+	+		
VD	+	+		(+)
GE	+	+	(+)	
v s	+	+		
FR	+	+		

### **D5.6 L'utilizzazione della raccomandazione 380/1 (allegato DX1)**

Questa raccomandazione è molto completa e dà una visione globale del bilancio energetico; si tratta, invece, di rispettarne i limiti d'applicazione e in particolare le «condizioni normali d'utilizzazione,,. Questa precisazione è necessaria perchè per il momento, l'utilizzazione passiva dell'energia solare non può essere considerata come caso normale. Questa raccomandazione è pure molto complessa nel suo impiego. Per l'architetto, poco incline a riempire formulari complessi di calcoli, è difficile seguire coscientemente i dedali della sua applicazione. Eliminerà in ogni caso la parte degli impianti tecnici che riguardano direttamente gli uffici tecnici e sarà disposto tutt'al più, di verificare il bilancio del suo progetto se questo gli viene imposto per la presentazione della domanda di costruzione. Bisogna dire che sotto questa forma, la norma è poco attrattiva e quasi inutile per la fase di progettazione.

### **D5.7 Ruolo dell'informatica (380/1)**

Lo svantaggio principale di questa raccomandazione sparisce con l'informatica. Molti programmi che applicano il metodo di questa raccomandazione esistono già da parecchi anni; le ultime versioni sono molto competitive. Il vantaggio principale per l'architetto risiede nel fatto che può fin dall'inizio del progetto preliminare, integrare il parametro termico nell'ideazione e questo in modo relativamente semplice. Il suo progetto è modellato matematicamente e può far variare i parametri che desidera. Riesce così a sentire il suo progetto «termicamente» in funzione dei parametri definiti sopra (tabella 2).

Quindi, sotto questa forma, la raccomandazione SIA 380/1 diventa uno strumento reale a disposizione dell'architetto progettista.

In più, certi programmi modellano con un approccio semplificato del problema, gli elementi speciali di captazione solare.\* All'interno di certi limiti, l'architetto può così ottimizzare, per iterazione, un progetto e persino decidere con il committente l'opportunità finanziaria di installare un dispositivo solare particolare.

Questi aspetti aprono così altri orizzonti all'architetto.

\* Per esempio « L ESOSAI-X» L ESO-EPFL  
« Rechenprogramm D OIO» EMPA  
« HELIOS-PC» EMPA

## D6 Conclusioni

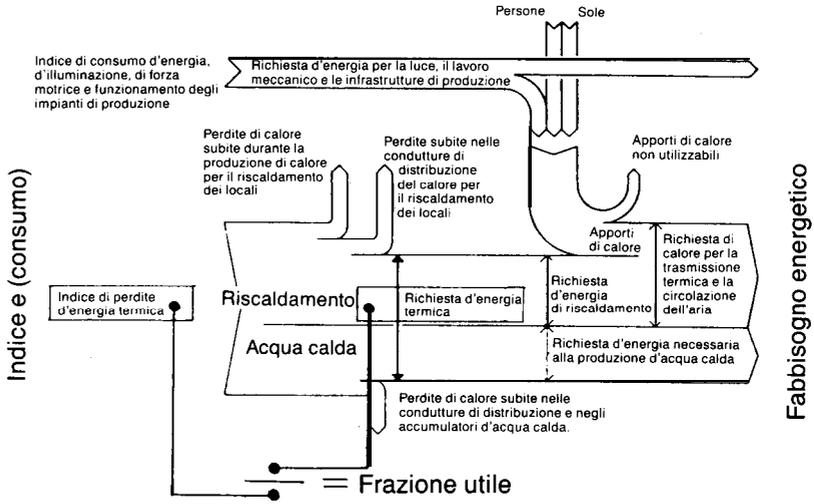
Lo sviluppo del progetto conduce l'architetto a un'idea architettonica; gli dà una forma in funzione del luogo, dei bisogni degli utenti, della volontà di trarre profitto dall'irraggiamento solare; fanno parte ugualmente criteri d'economia, di benessere, d'abitabilità ecc. Prima di inoltrare la domanda di costruzione, l'architetto deve verificare la conformità del suo progetto con i regolamenti e se necessario, discutere eventuali richieste di deroghe motivate con le autorità competenti.

Con l'appoggio delle leggi e articoli sull'energia, può giustificare la richiesta di deroghe e partecipare in questo modo a una specie di «lotta interregolamentare ».

Questo tipo di intervento non è diverso da qualsiasi altro per un progetto di qualità che esprime un concetto architettonico degno di questo nome.

# DX ALLEGATI

**DX1 Raccomandazione SIA N° 380/1**  
**Energia nella costruzione**

<p><b>scopo :</b></p>	<p>«<b>Progettazione di costruzioni ecologiche e economiche dal punto di vista energetico</b> »</p>
<p><b>Metodo :</b></p> <p>D 1 Tab D I-I D2 Tab D 2-2 D4 Tab 4 A 4-2</p>	<p>Stabilire <b>un bilancio energetico</b> globale annuale in MJ/m<sup>2</sup> annuo (SIA 180/4) durante la fase di progettazione già tenendo conto di :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Perdite termiche attraverso trasmissione e ricambio d'aria</li> <li>– Perdite termiche attraverso l'uso dell'acqua calda</li> <li>– Perdite termiche produzione di calore e distribuzione</li> <li>– Apporti termici sole, persone, apparecchi elettrici</li> <li>– Condizioni normali d'uso</li> <li>– Valore dei calcoli (ipotesi)</li> <li>– Clima e irraggiamento solare del luogo</li> <li>– Categoria dell'opera</li> </ul>
<p><b>Esigenze :</b></p> <p>3 9 Tab 4 Tab 5, 5a</p> <p>21 21 2 2</p> <p>3 10 Tab 6 Tab 7 Tab 8</p> <p>21 2 2</p>	<p><b>1) Prestazioni globali richieste</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Richiesta d'energia per riscaldare, valore limite/valore ideale</li> <li>– Frazione utile, valore limite / valore ideale</li> </ul> <p>Obbligatorie per edifici nuovi con SRE &gt; 500 m<sup>2</sup> Possibile rinunciare per edifici nuovi con SRE &lt; 500 m<sup>2</sup> Da valutare per trasformazioni</p> <p><b>2) Prestazioni puntuali richieste</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Coefficiente K</li> <li>– Permeabilità all'aria</li> <li>– Prestazioni tecniche richieste</li> </ul> <p>Obbligatorie per edifici nuovi con SR &lt; 500 m<sup>2</sup> se si rinuncia alle prestazioni globali richieste Riferimenti per trasformazioni</p>
<p><b>Ulteriori controlli</b></p>	<p>Confrontare i risultati ottenuti all'utilizzazione con quelli del progetto, molto consigliato</p>
<p><b>Bilancio energetico :</b> fig.1</p>	 <p>Indice di consumo d'energia, d'illuminazione, di forza motrice e funzionamento degli impianti di produzione</p> <p>Richiesta d'energia per la luce, il lavoro meccanico e le infrastrutture di produzione</p> <p>Persone Sole</p> <p>Perdite di calore subite durante la produzione di calore per il riscaldamento dei locali</p> <p>Perdite subite nelle condutture di distribuzione del calore per il riscaldamento dei locali</p> <p>Apporti di calore non utilizzabili</p> <p>Apporti di calore</p> <p>Richiesta di calore per la trasmissione termica e la circolazione dell'aria</p> <p>Richiesta d'energia di riscaldamento</p> <p>Richiesta d'energia necessaria alla produzione d'acqua calda</p> <p>Perdite di calore subite nelle condutture di distribuzione e negli accumulatori d'acqua calda.</p> <p>Indice e (consumo)</p> <p>Indice di perdite d'energia termica</p> <p>Riscaldamento</p> <p>Acqua calda</p> <p>Fabbisogno energetico</p> <p>Frazione utile</p>

## DX2 Diritto al sole

### Ordinanza sulle costruzioni (novembre 1970)

Canton Berna, Art. 130, p. 53

Art. 130 <sup>1</sup> Gli edifici elevati, le case torri e le costruzioni aventi forme particolari, con la loro ombra riportata non devono «coprire» esageratamente le case d'abitazione esistenti o che si potrebbero costruire in virtù delle vigenti prescrizioni.

<sup>2</sup> Per durata ammissibile dell'ombra riportata s'intende :

- a) durante l'equinozio (21 marzo), 2 ore tra le 7h30 e le 17h30;
- b) per una giornata media invernale (8 febbraio), 2 ore e mezzo tra le 8h30 e le 16h30.

<sup>3</sup> Se l'insolazione di un fondo è già significativamente ridotta dalle condizioni topografiche o da costruzioni esistenti, la durata ammissibile dell'ombra riportata dovrà essere adeguatamente ridotta.

<sup>4</sup> Queste regole si applicano anche per l'insolazione all'interno di un complesso residenziale.

# Schede degli esempi



Programma d'impulso PACER - Energie rinnovabili

Gruppo di lavoro R. Contini Knobel, J.-C. Enderlin, P. Gallinelli, B. Lachal,  
H. Marti, P. Minder, P. Schweizer, W. Weber

Allegati

Versione provvisoria maggio 1991

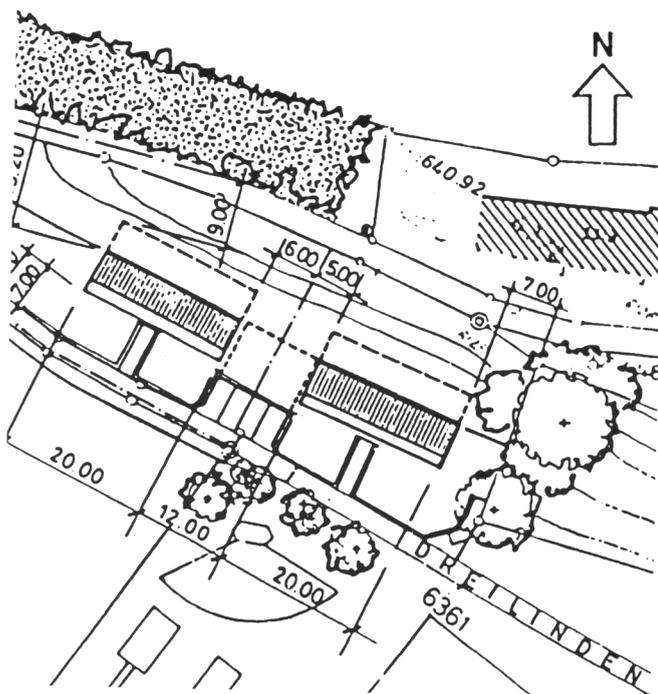
N°	Tipo	Z. cl.	Comune	Architetto	Committente	Data	Concetto
1	abitazione individuale contigua	3	Wald/ZH	Peter & Beatrice Weber 8636 Wald		83/86	concetto solare passivo, veranda, stufa a legna
2	abitazione collettiva 27 appartamenti	5	Ginevra	C. Scaler, 1205 Ginevra	PPE Av. St. Clotilde	84/88	doppia facciata, veranda, isolamento fonico
3	abitazione collettiva	4	Mülligen	Metron, 5200 Windisch	Einfache Gesellschaft	88	apporti diretti, zona individuale davanti ogni casa
4	abitazione individuale	5	Vandoeuvres	J. Choisy 1243 Cara /Presinges	Fam. Joho	84	giardino d'inverno, collettori solari
5	abitazione collettiva	5	Préverenges	P. Chiché/Démétriadès Papadaniel, Lausanne	CIPEF (Coop.immob. du personnel fédéral)	87/88	verande, apporti diretti
6	abitazione collettiva	5	Ginevra rue du Midi	Choisy-Riva 1243 Cara/Presinges	Ville de Genève	85	veranda, apporti diretti
7	abitazione collettiva	1	Oberwil	P. Steiger, Zurigo «Stallenmatt»	Pensionskasse Ciba-Geigy	90/91	zone termiche, giardino d'inverno
8	abitazione contigua 14 unità	4/5	Schmitten/FR	Martin Wagner, Carona/TI		89/90	atrio
9	abitazione individuale	4	Widen	Solar Trap, Th V. Kurer		81/82	collettore-finestra
10	abitazione individuale	10	Ausserberg/VS	H.&P. Wenger, 3900 Briga	Signori Meichtry	83/84	apporti diretti
11	amministrazione	3	Moenchaltdorf	Theo Hotz, 8008 Zurigo	Buchbinderei Burkhardt	83/85	vetrata interna, protezioni solari esterne
12	amministrazione/ industria	5	Moudon	J.-M. Boillat, 1400 Yverdon	AGENA	88/89	concezione spazi lavorativi, collettori solari
13	amministrazione	5	Meyrin	J.-J. Oberson 1200 Ginevra	Hewlett-Packard	79182	spazio centrale, protezioni solari esterne
14	amministrazione/ autorimessa	10	Martigny	J. Chabbey, M. Voillat, A. Delaloy, 1920 Martigny	Centre d'entretien de l'autoroute RN9	81/83	uffici intorno alle serre pannelli solari
15	scuola «Gumpenwiesen»	3	Dielsdorf/ZH	R. Luthi, 8158 Regensberg	Comune di Dielsdorf	82/84	verande davanti alle aule
16	scuola «Le Corbusier»	5	Ginevra	U. Brunoni, 1200 Ginevra	Ville de Genève	86/90-91	orientamento delle vetrate

**ABITAZIONI CONTIGUE, WALD / ZH**

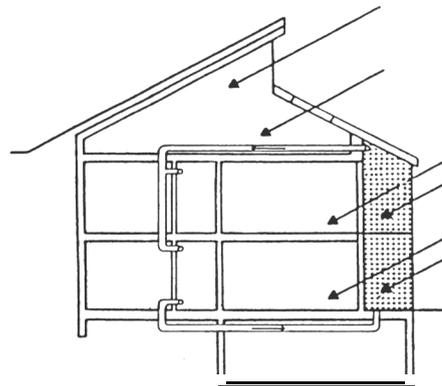
Architetti : Beatrice &amp; Peter Weber, 8638 Wald

 Zona climatica: 3  
 Luogo: 8638 Wald

 Data del progetto : 1983  
 Data di realizzazione : 1986

**Vista sud**
**Piano di situazione 1 : 1000**

**Concetto**

- in inverno, l'aria calda generata dalle verande viene aspirata (meccanicamente) sotto il tetto e trasportata ai locali situati nel sottosuolo
- in estate, le verande si possono aprire con grandi porte pieghevoli
- facciata nord interrata
- aperture verticali verso sud





## ABITAZIONE E COMMERCIO, PLAINPALAIS / GE

Committente : PPE, Av. Sainte-Clotilde 18  
 Architetto: Chantal Scaler EPFL/SIA, 1205 Ginevra  
 Collaboratori : Fabio Fossati / Christian Kazian / Thierry Begat / Francois Carola

Zona climatica: 5  
 Luogo : 1205 Ginevra

Data del progetto : 1984  
 Data di realizzazione: 1988



Vista facciata sud

### Situazione



### Concetto

- tipologia di appartamenti traversanti
- doppia facciata con due funzioni :
  - captare il sole
  - isolamento fonico
  - grandi aperture S-SO

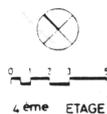
### Programma

- 27 appartamenti
- 1 piano uffici
- piano terra commerciale

Pianta del quarto piano



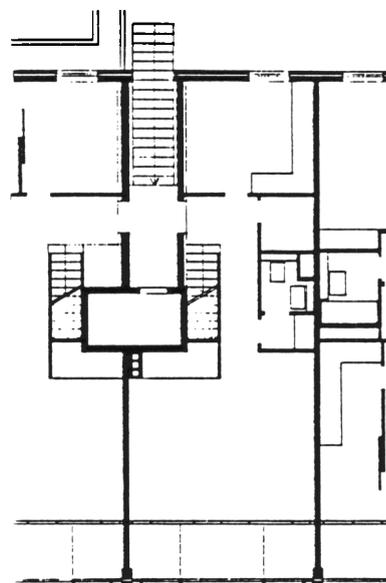
Sezione



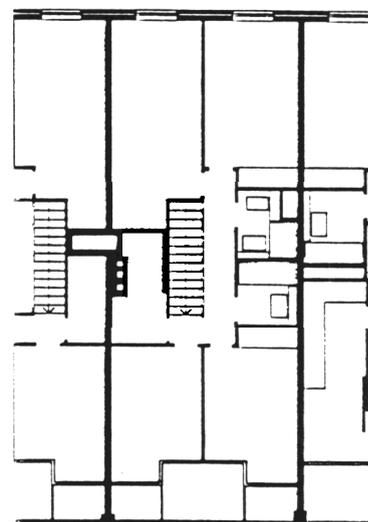
Vista interna della veranda (doppia facciata)



Pianta del duplex  
primo piano



secondo piano



## ABITAZIONI CONTIGUE, «LOEH», MÜLLIGEN / AG

Committente : Einfache Gesellschaft mit 20 Eigentümern (Società semplice con 20 proprietari)  
 Architetti : Metron Architekten AG, Steinackerstrasse 7, 5200 Windisch  
 U. Rüegg, F. Roth, G. De Min

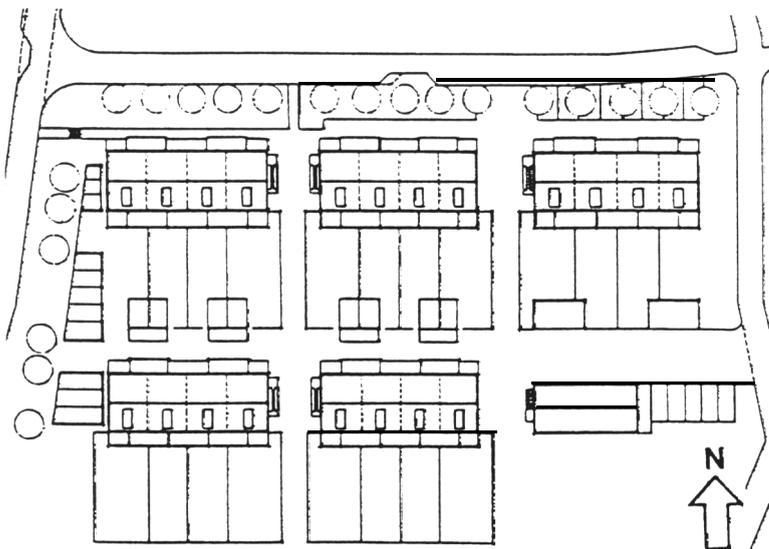
Zona climatica: 4  
 Luogo : 5243 Mülligen

Data del progetto : 85/87  
 Data di realizzazione : 87/88



Vista facciata sud

### Piano di situazione



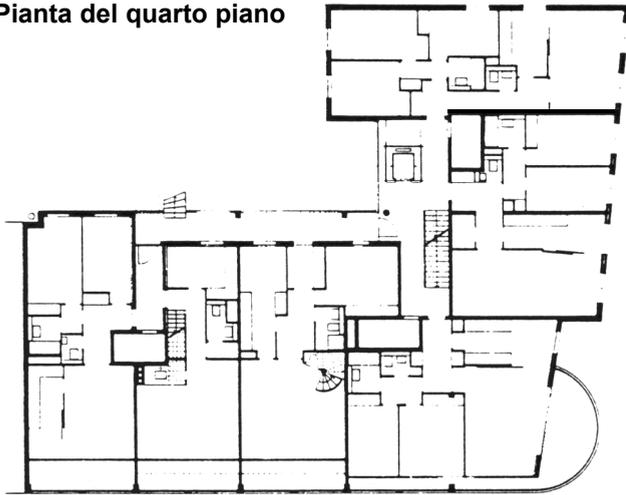
### Concetto

- spazio individuale davanti ogni unità, utilizzabile come :
  - giardino d'inverno
  - veranda
  - spazio esterno
  - pergola

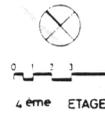
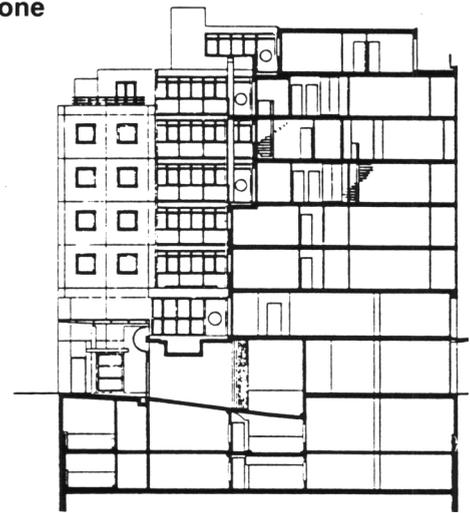
### Costruzione

- solette in cemento
- muratura in mattoni Hürlimann;
- isolazione 12 cm ; rivestimento in legno
- tetto in Eternit

Pianta del quarto piano



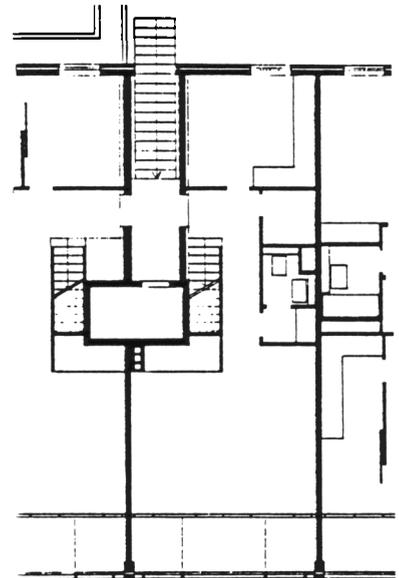
Sezione



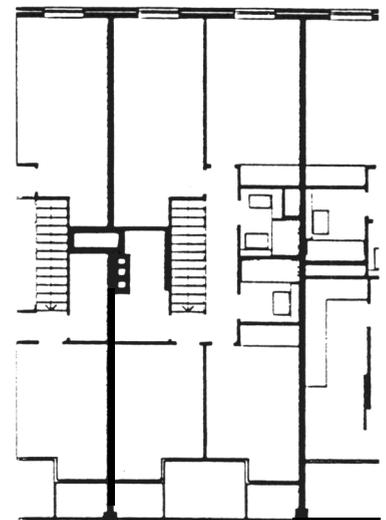
Vista interna della veranda (doppia facciata)



Pianta del duplex  
primo piano



secondo piano



Spazio individuale davanti alle case utilizzabile come:

- balcone
- spazio esterno coperto
- veranda
- giardino d'inverno
- pergola



**Dettaglio**

termocircolazione attraverso una finestra  
nel parapetto



**ABITAZIONE, VANDOEUVRES**

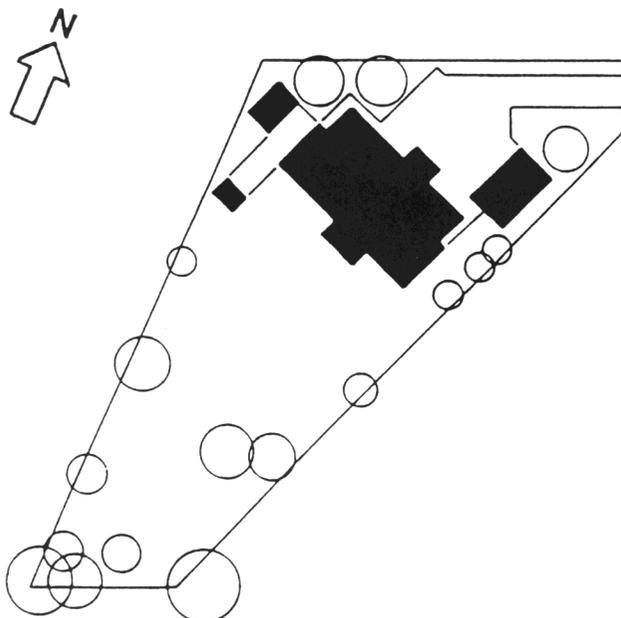
Committente : Signori Joho  
 Architetto: M.J. Choisy, Presinge / GE

Zona climatica: 5  
 Luogo : 1253 Vandoeuvres

Data del progetto : 1984  
 Data di realizzazione : 1984



Vista facciata sud

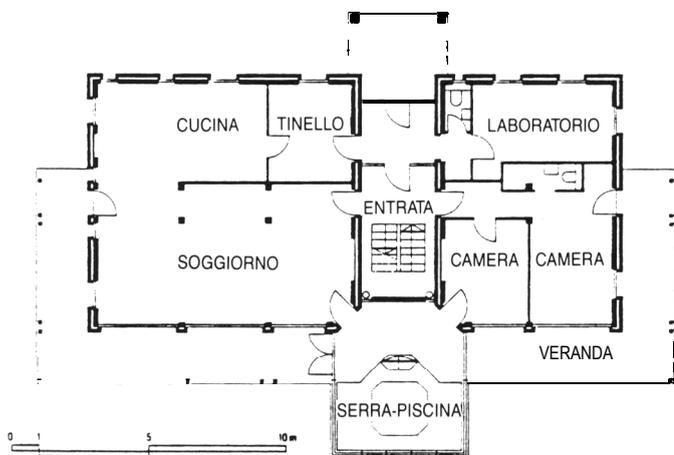
**Piano di situazione**

**Concetto**

- due zone abitative :
  - genitori
  - bambini
- serra sullo spazio di circolazione verticale
- concetto solare passivo e attivo
- grandi aperture verso sud

**Riscaldamento**

- tetto collettore che alimenta una scorta d'energia (serpentine interrate)
- pompa di calore

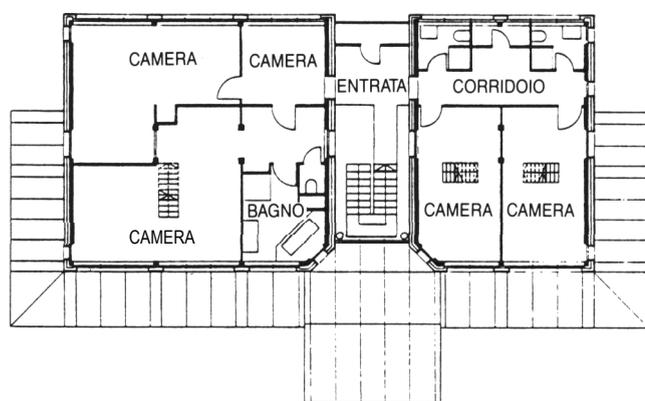
Pianta piano terra



Caratteristiche termiche

- superficie riscaldata 381 m<sup>2</sup>
- \* indice energetico misurato:  
riscaldamento (PAC elettrico)  
336 MJ/m<sup>2</sup> annuo

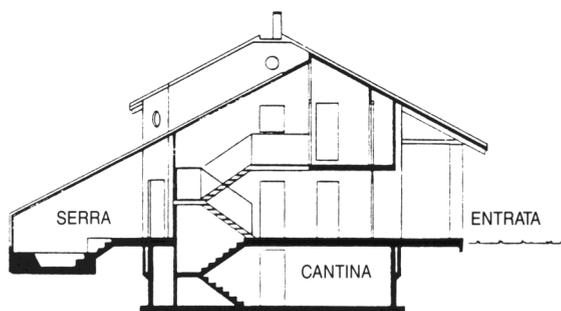
Pianta primo piano



Dettaglio veranda



Sezione trasversale



**ABITAZIONE, PREVÉRENGES / VD**

Committente : CIPEF (Cooperativa immobiliare del personale federale)  
 Architetti : M.P. Chiché, D. Démétriadès, D. Papadaniel, Lausanne

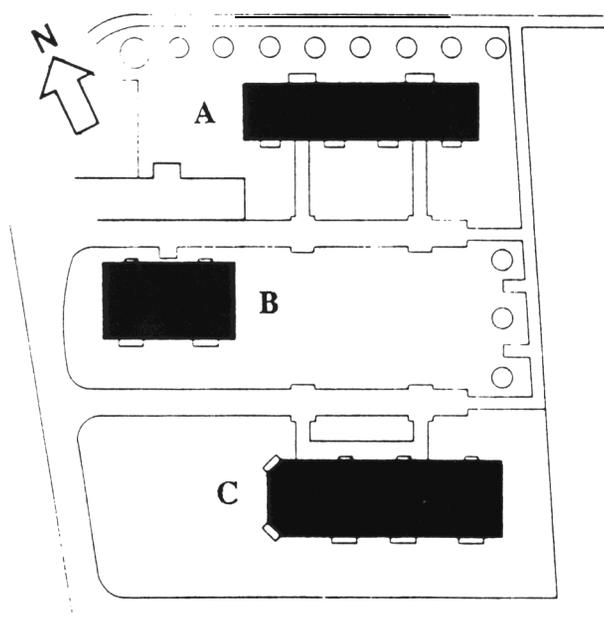
Zona climatica: 5  
 Luogo : 1028 Préverenges

Data del progetto : 1982/86  
 Data di realizzazione : 1987/88



**Facciata sud dell'edificio A**

**Piano di situazione**

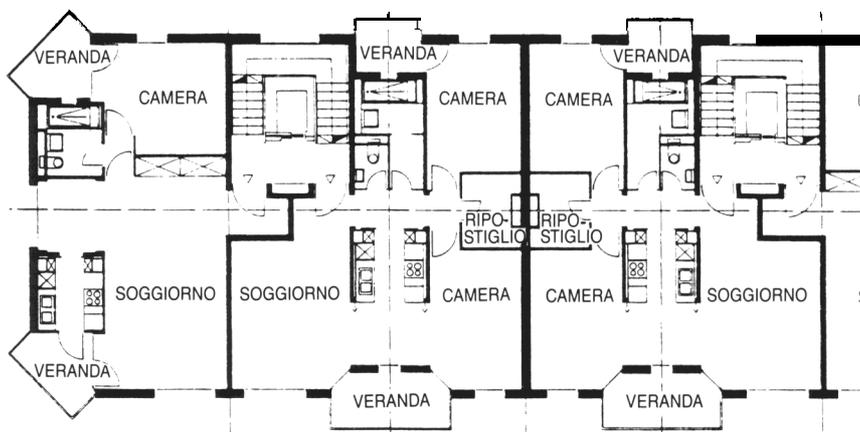


**Concetto**

- buona ripartizione delle vetrate
- insediamento degli edifici tenendo conto delle ombre
- verande verso sud
- collettori solari (acqua calda)

**Costruzione**

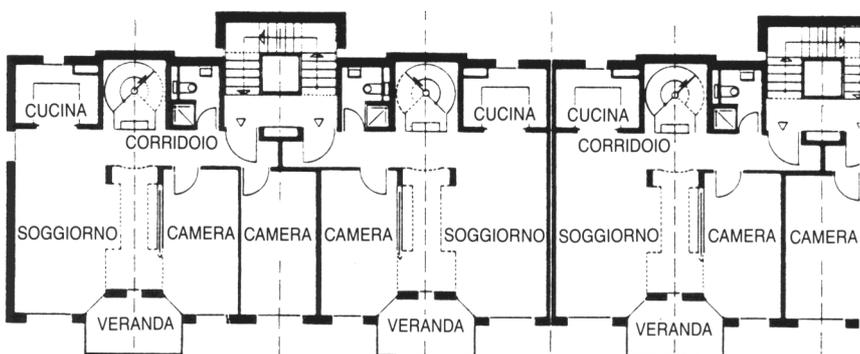
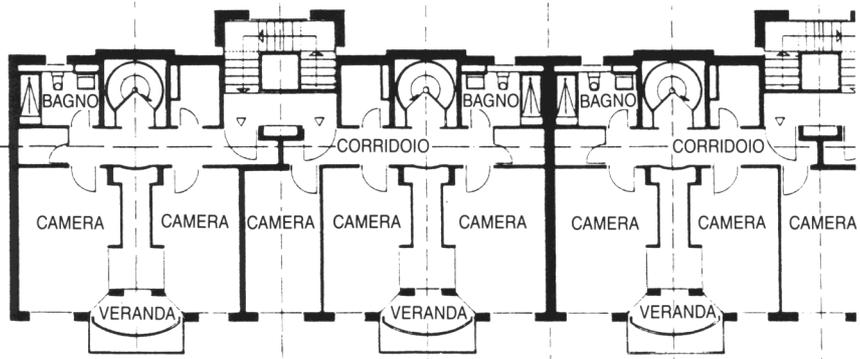
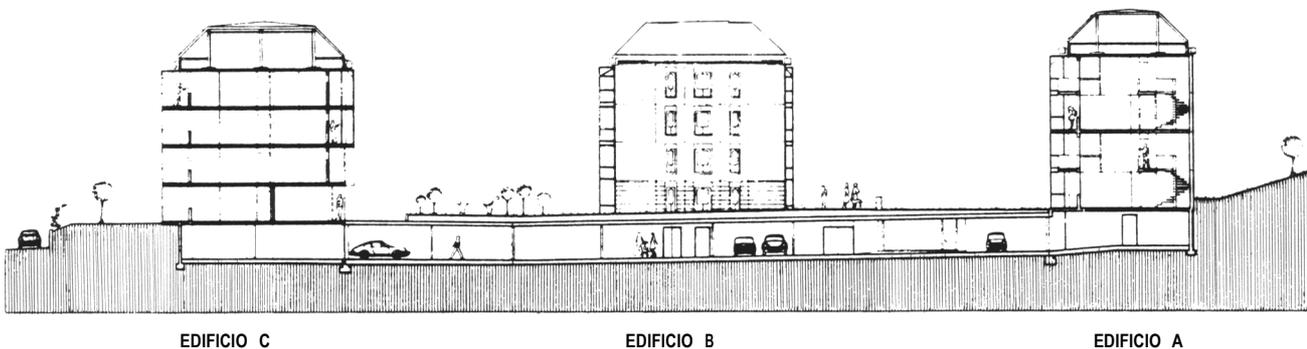
- facciate con pannelli a sandwich prefabbricati cemento 12 cm / isolamento 10 cm / cemento esterno 8cm

**Pianta edificio C - piano tipo**

**Caratteristiche termiche**

- superficie riscaldata 1238 m<sup>2</sup>
- indice energetico misurato: riscaldamento (gas) 212 MJ/m<sup>2</sup> annuo
- rendimento globale 82%

**Programma**

- 3 edifici
- 32 appartamenti da 2 a 5 locali

**Pianta - duplex dell'edificio A -terzo piano inferiore**

**Pianta - duplex dell'edificio A - secondo piano**

**Sezione**


**ABITAZIONE, RUE DU MIDI / Ginevra**

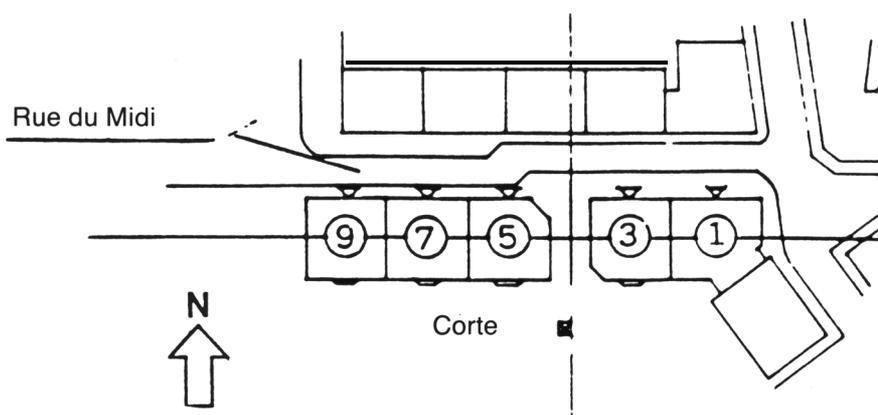
Committente : Ville de Genève  
 Architetti : J. Choisy & M. Riva, architectes

Zona climatica: 5  
 Luogo : 1201 Ginevra

Data del progetto : 1981/85  
 Data della realizzazione : 1985

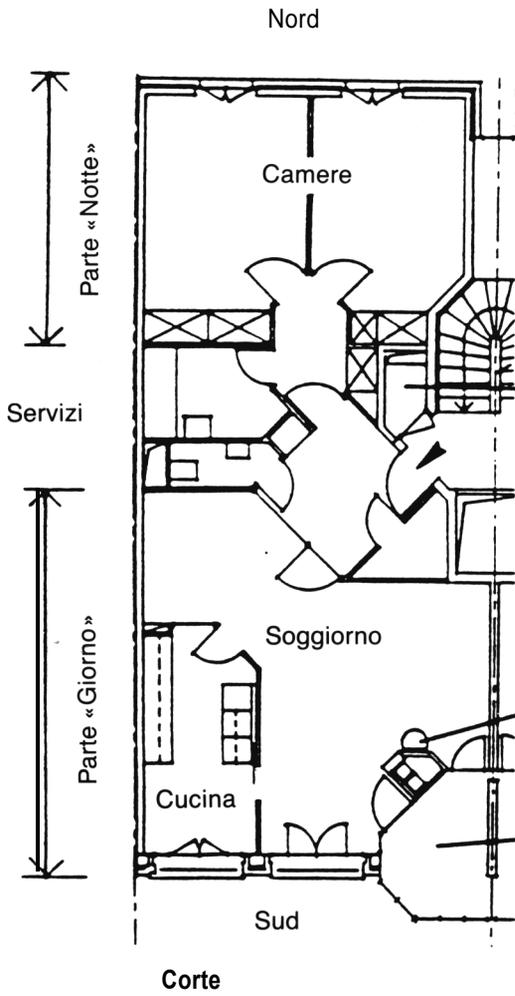


Vista facciata sud

**Piano di situazione**

**Concetto**

- apporti solari diretti
- veranda
- riscaldamento individuale
- riscaldamento a gas
- riscaldamento complementare a combustibile solido (legna/formella di carbone)
- chiuso verso nord
- indice energetico misurato: riscaldamento (gas) : 209 MJ/m<sup>2</sup> annuo

Pianta tipo di un appartamento



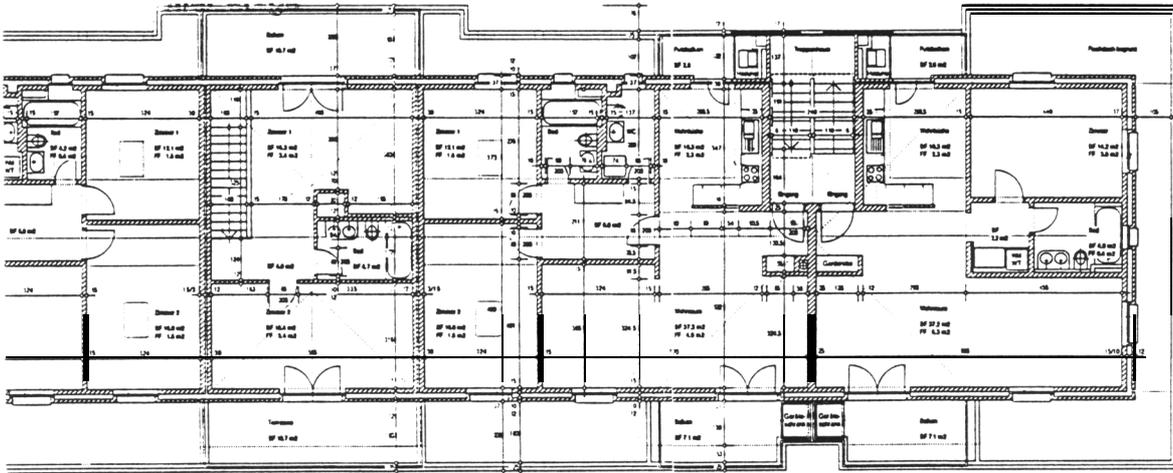
Vista verande

Dettaglio del tetto



*Protezioni solari  
delle diverse parti vetrate  
del tetto*

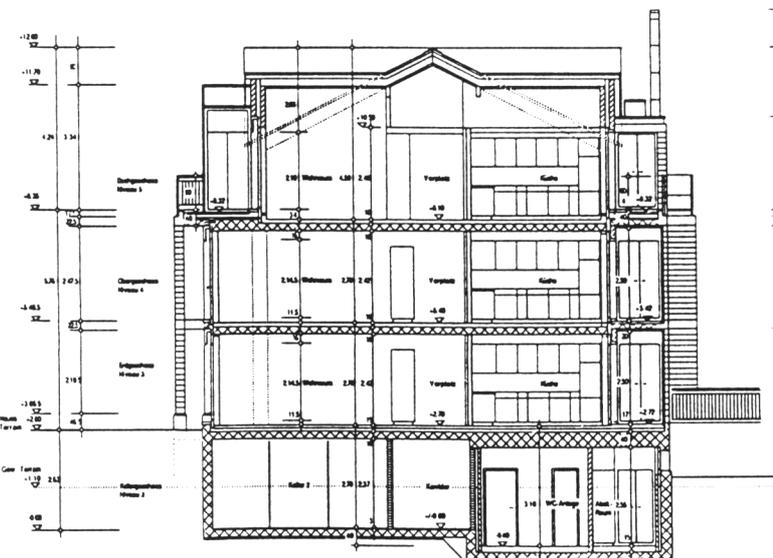
Pianta primo piano



Facciata sud



Sezione tipo

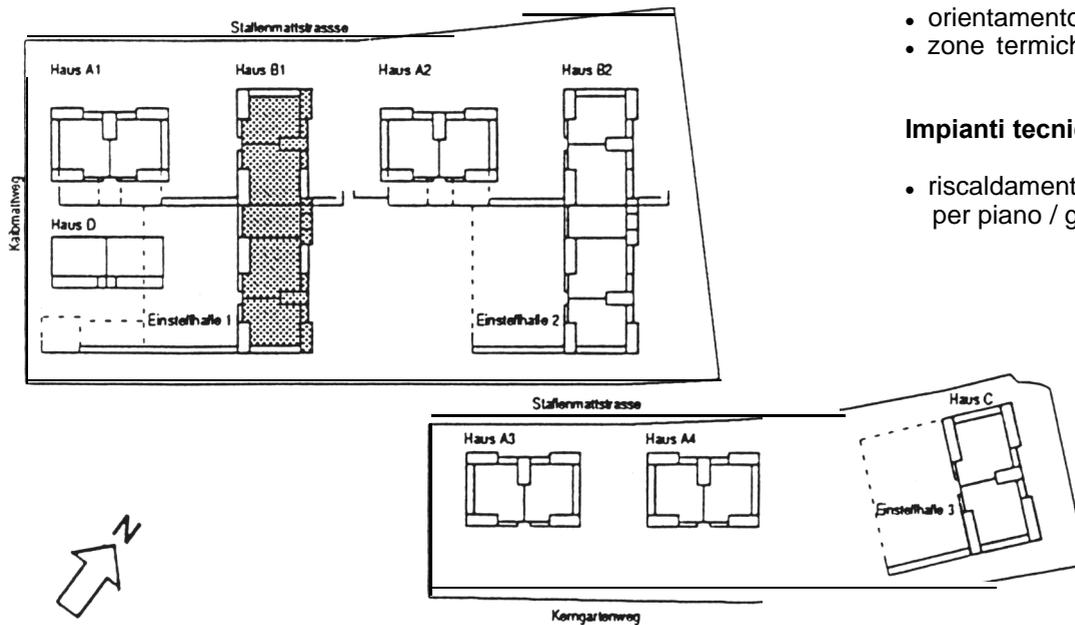


**ABITAZIONE «STALLENMATT», OBERWIL**

Committente : Pensionskasse Ciba-Geigy, Basilea (Cassa pensione)  
 Architetto: Prof. Peter Steiger, Zurigo

Zona climatica: 1  
 Luogo : 4104 Oberwil/BL

Data del progetto : 1988/90  
 Data di realizzazione : 1990/91


**Piano di situazione**

**Concetto**

- orientamento degli edifici
- zone termiche

**Impianti tecnici**

- riscaldamento individuale per piano / gas

---

## ABITAZIONI, 14 CASE CONTIGUE, SCHMITTEN / FR

---

Architetto : Martin Wagner, 6014 Carona / TI  
Collaboratori : D. e S. Spycher, 3185 Schmitten

Zona climatica: 4/5  
Luogo : 3185 Schmitten

Data del progetto :  
Data di realizzazione: 1988/90



Vista generale

### Programma

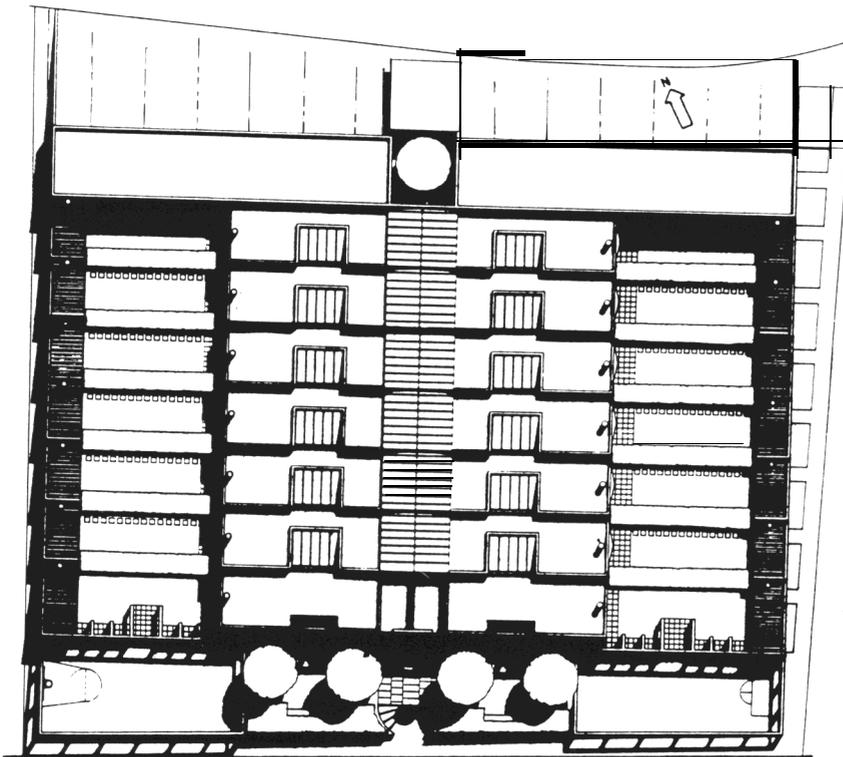
- 14 case contigue accessibili attraverso un atrio



Accesso

Vista interna atrio

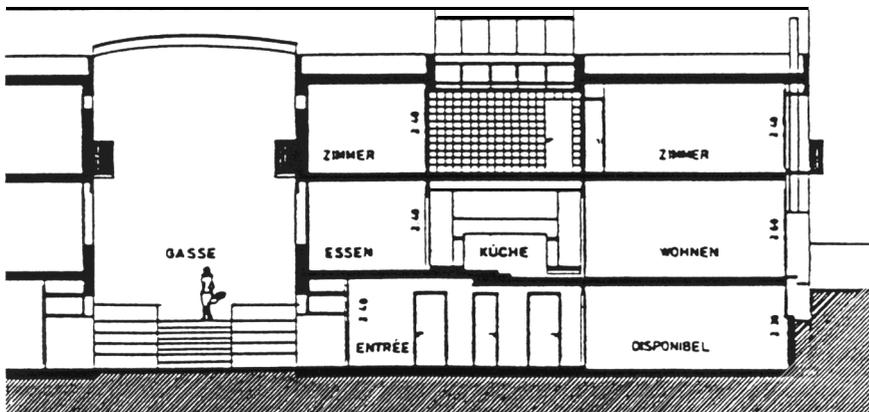
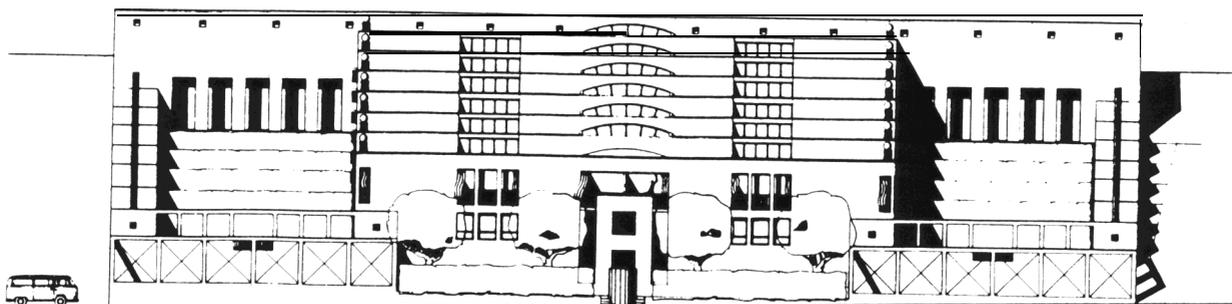


**Piano di situazione**

**Concetto**

- orientamento delle unità ovest e est
  - apporti diretti
- accesso alle unità attraverso un atrio centrale
  - luce naturale
  - spazio cuscinetto
- tetto parzialmente vetrato all'interno di ogni appartamento
- buon coefficiente di forma
- riscaldamento individuale per ogni casa

**Costruzione**

- facciata in blocchi di cemento all'esterno e in mattoni di terracotta intonacati all'interno
- tetto con isolamento 120 mm
- serramenti in metallo con triplo vetro isolante

**Sezione di un unità**

**Sezione dell'insieme**


**ABITAZIONE «SOLAR TRAP»**

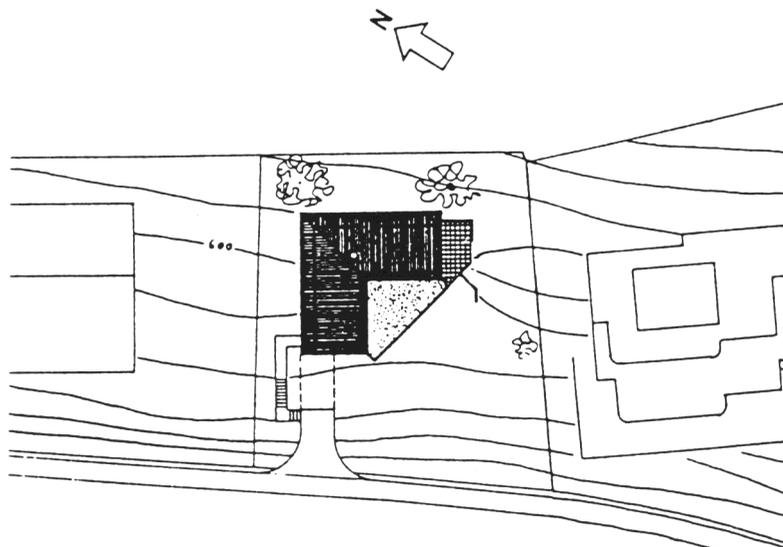
Architetti : Gruppo di lavoro «Solar-Trap»  
 Th. V. Kurer architetto EPF/SIA  
 C. Filleux / R. Lang Basler & Hofmann SA / ZH

Zona climatica: 4  
 Luogo : 8967 Widen

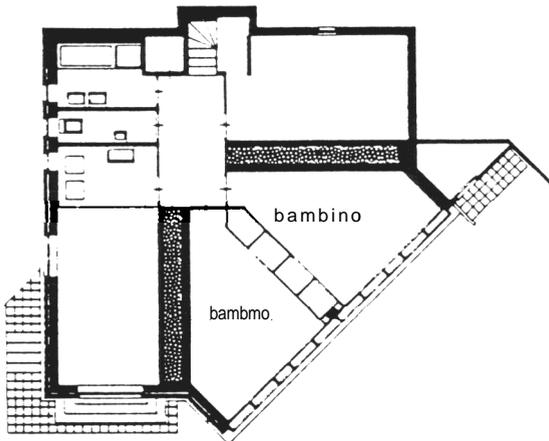
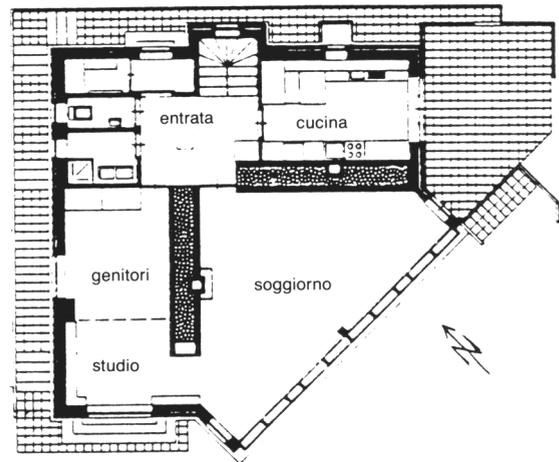
Data del progetto : 1981  
 Data di realizzazione : 1981/82



Vista facciata sud

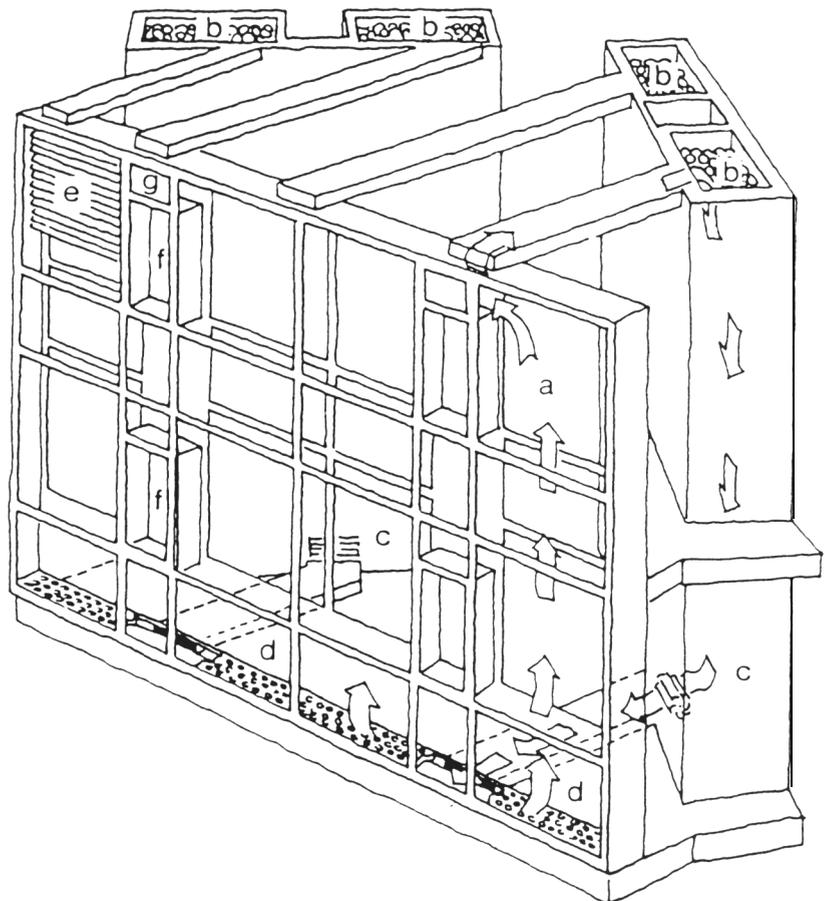
**Piano di situazione**

**Concetto**

- collettore-finestra
- immagazzinamento attraverso ciottoli
- sviluppo massimo della facciata sud
- riscaldamento complementare a legna

**Pianta del piano terra**

**Pianta dei primo piano**

**Dettaglio collettore-finestra**

schema di captazione dell'energia solare

- a captazione diretta
- b immagazzinamento attraverso ciottoli
- c ventilatore
- d presa d'aria
- e collettore-tenda
- f finestra esterna
- g evacuazione aria calda



**ABITAZIONE, AUSSERBERG / VS**

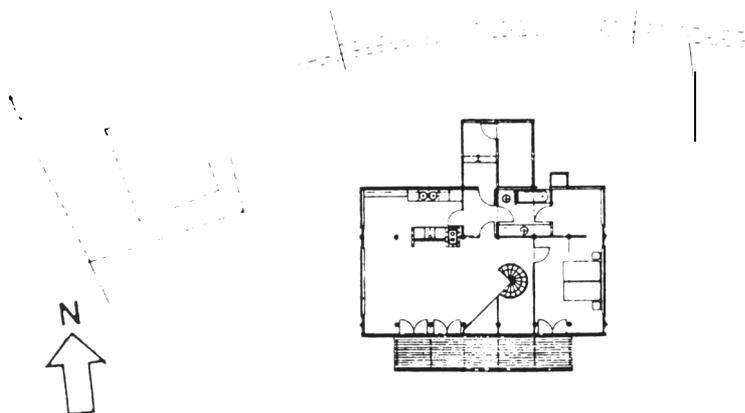
Committente: Signori Meichtry  
 Architetti: Heidi & Peter Wenger Arch. BSA/SIA, 3900 Briga

Zona climatica: 10  
 Luogo: 3938 Ausserberg

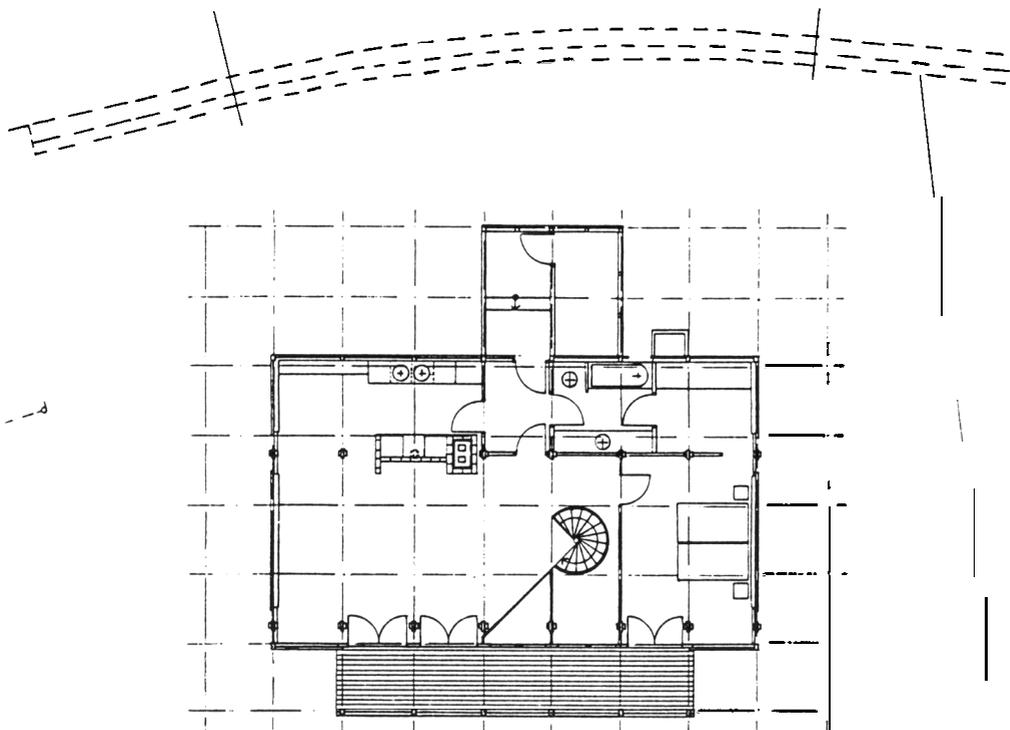
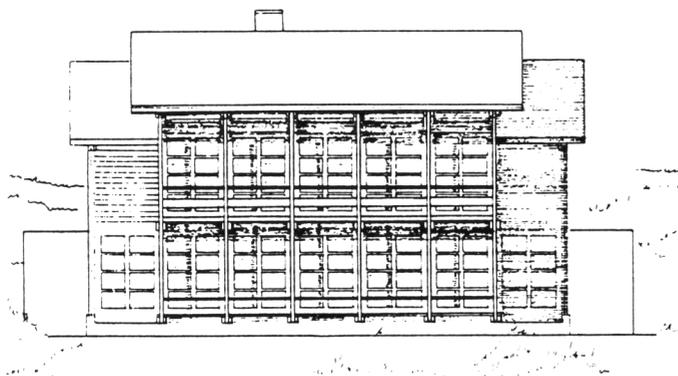
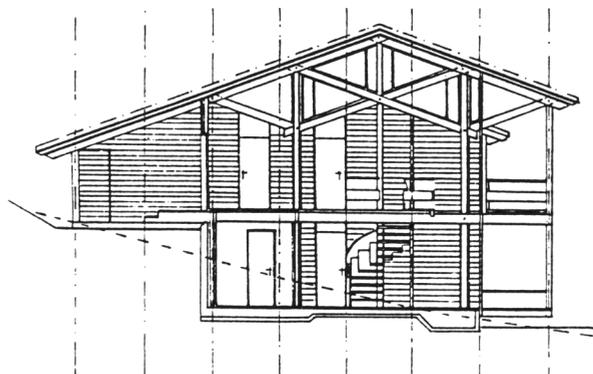
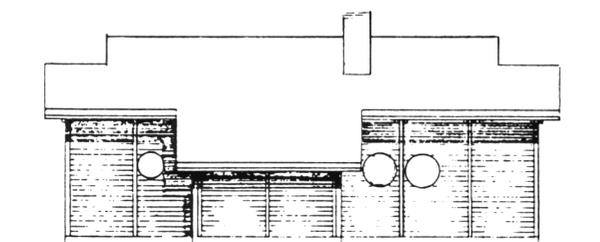
Data del progetto: 1983  
 Data di realizzazione: 1983/184



Vista facciata sud

**Piano di situazione**

**Concetto**

- locali ben riscaldati verso sud
  - soggiorno
  - camere
- locali di servizio verso nord
- grandi aperture verso sud

**Pianta del piano terra**

**Facciata sud**

**Sezione**

**Facciata nord**

**Costruzione**

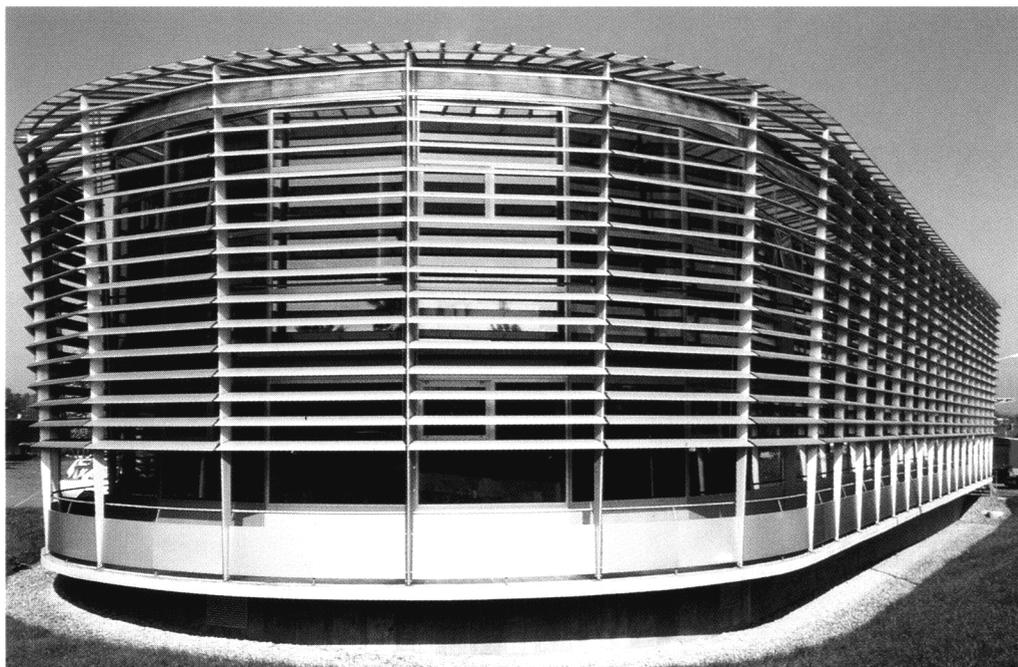
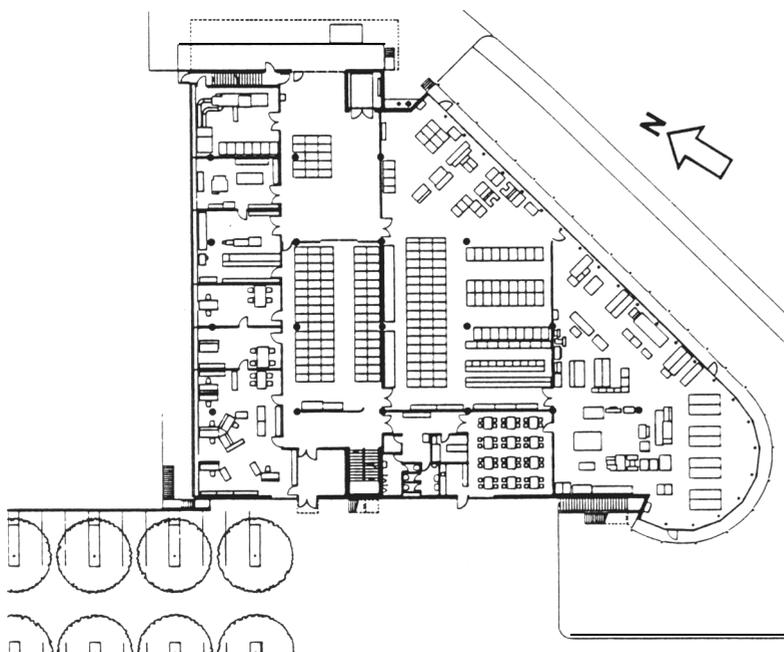
- struttura e rivestimento in legno

**AMMINISTRAZIONE, BUCHBINDEREI BURKHARDT**

Committente : Buchbinderei Burkhardt AG  
 Architetto : Theo Hotz, Architekt BSA/SIA  
 Collaboratori : A. Fickert / P. Kaufmann / M. Schaefle

Zona climatica: 3  
 Luogo : 8617 Moenchaltorf

Data del progetto : 1983/85  
 Data di realizzazione: 1985


**Vista facciata sud**
**Piano di situazione**

**Concetto**

- facciate principali orientate a sud e est
- regolazione della luce naturale con lamelle mobili
- illuminazione naturale con cornicioni e cupole vetrate nel tetto

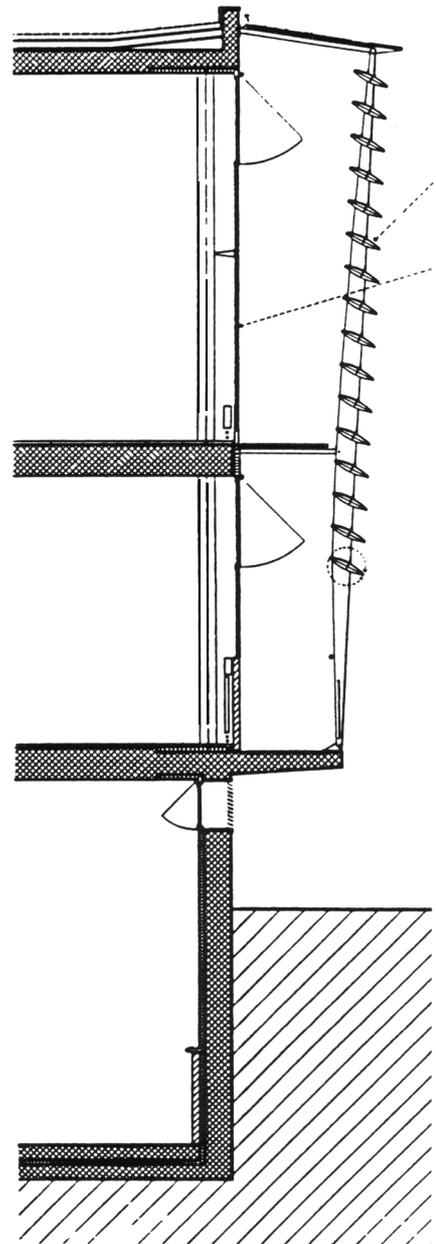
**Costruzione**

- scatinato in cemento
- 2 muri delle facciate in cemento facciavista
- pilastri in cemento
- facciata metallica che forma un ballatoio per le uscite di sicurezza e la pulizia della facciata
- protezione solare sotto forma di lamelle metalliche esterne mobili

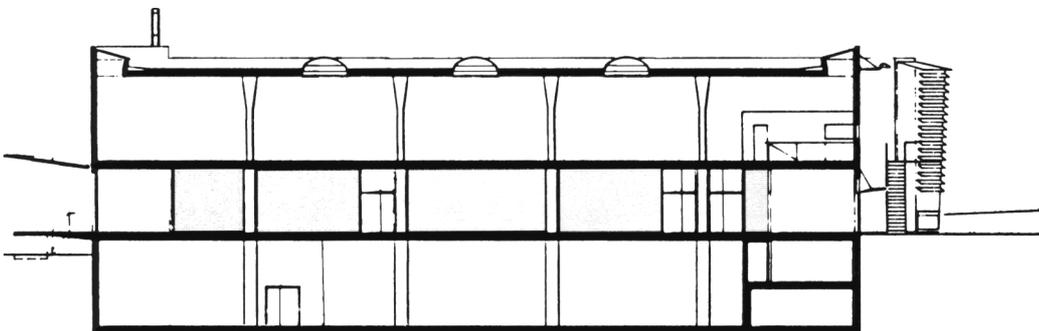


Vista interna dei ballatoio

Sezione



Sezione dell'edificio

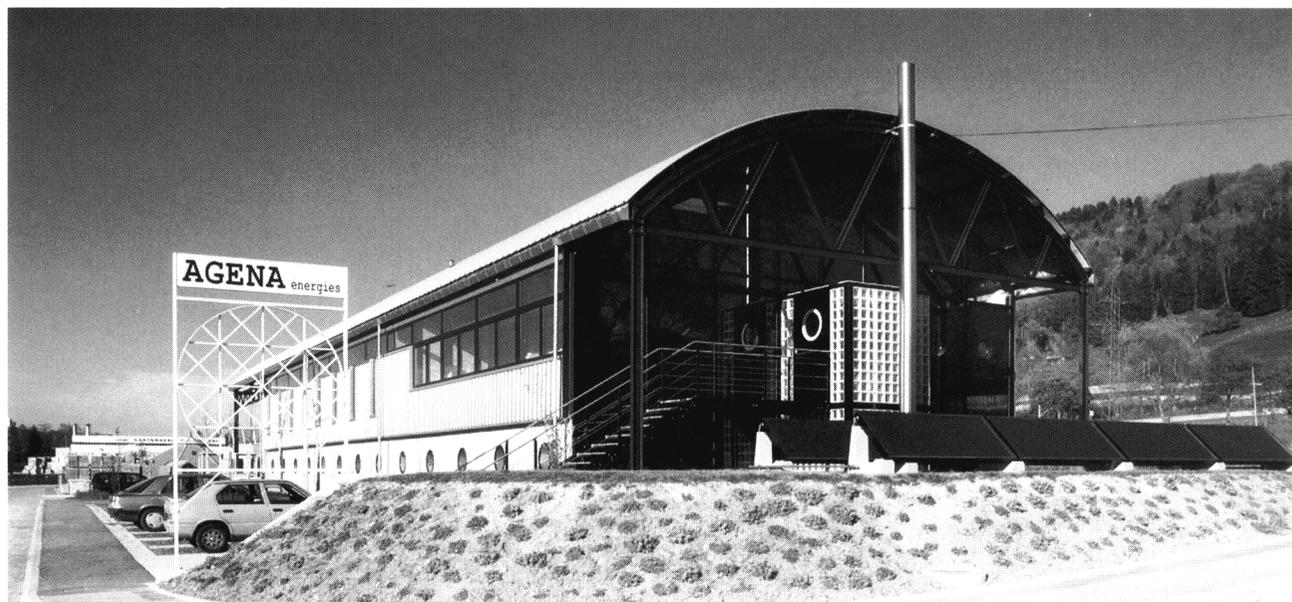


**AMMINISTRAZIONE / INDUSTRIA AGENA**

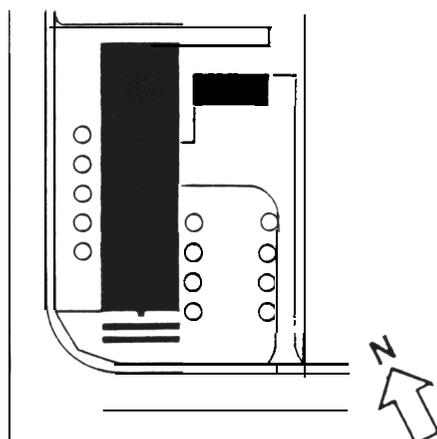
Committente : AGENA SA Energies, Moudon  
 Architetto: J.-M. Boillat, Courtedoux  
 M.-Cl. Maillat, Mézières

Zona climatica: 5  
 Luogo : 1510 Moudon

Data del progetto : 1988  
 Data di realizzazione: 1989



Vista sud-ovest

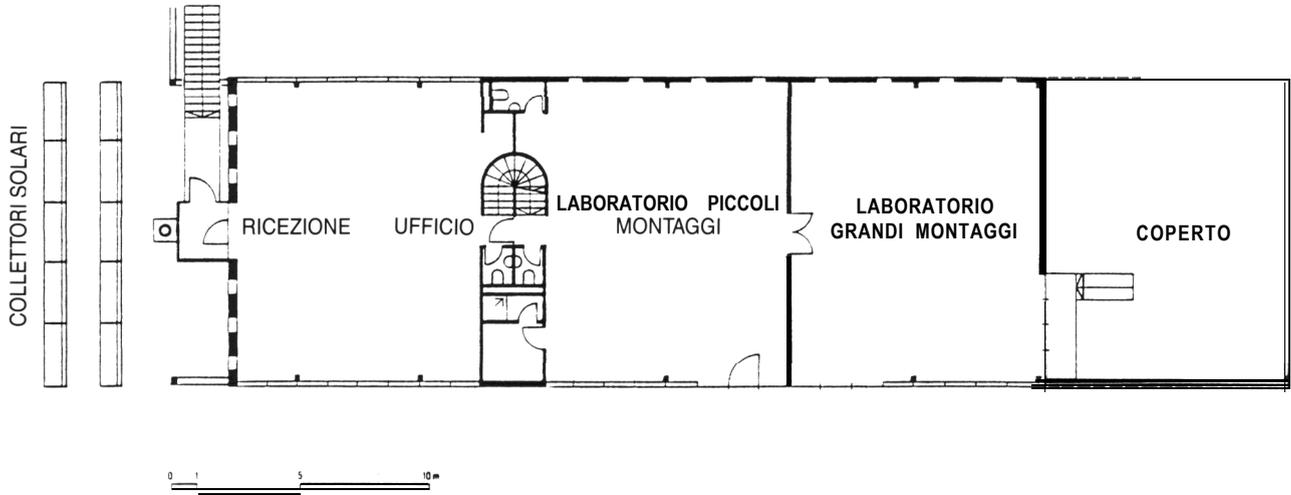
**Piano di situazione**

**Concetto**

- progettazione degli spazi di lavoro secondo il loro funzionamento e i loro bisogni regressivi in riscaldamento :
  - uffici
  - laboratori
  - montaggio
  - immagazzinamento
- collettori solari davanti all'edificio

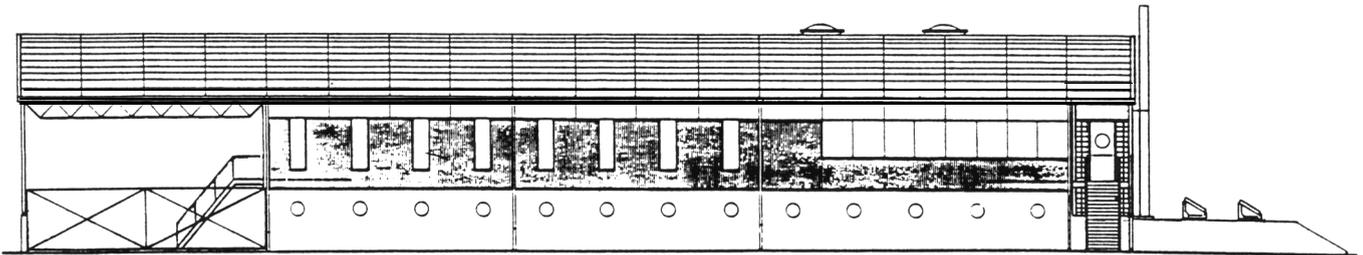
**Caratteristiche termiche**

- superficie abitabile 616 m<sup>2</sup>
- energia di riscaldamento 231 MJ/m<sup>2</sup> anno

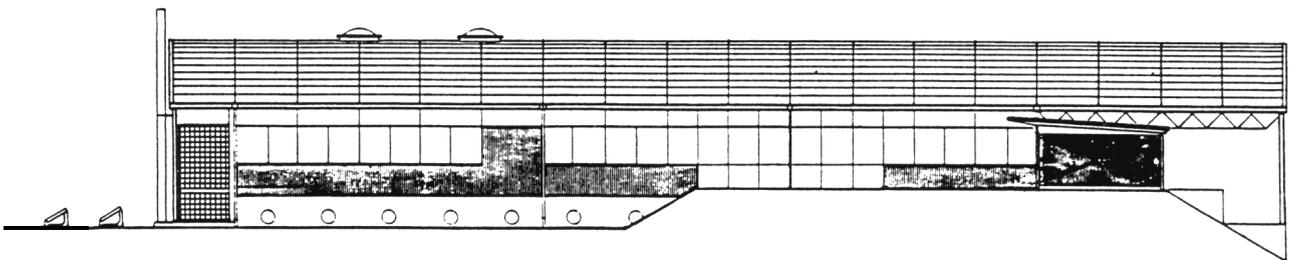
Pianta



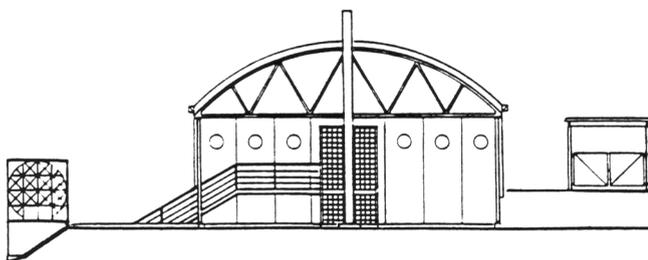
Facciata ovest



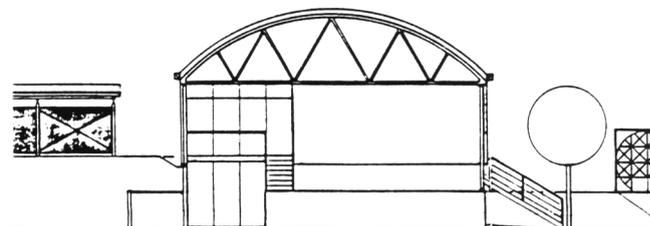
Facciata est



Facciata sud



Facciata nord



**AMMINISTRAZIONE, HEWLETT-PACKARD**

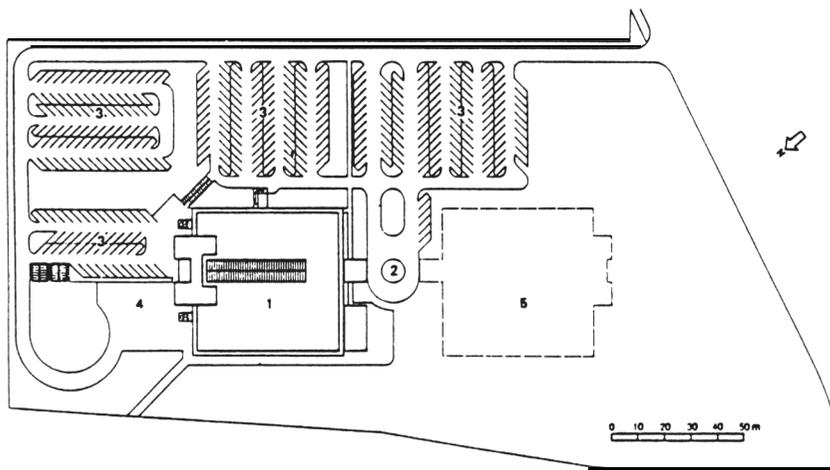
Committente : Hewlett-Packard  
 Architetto : J.-J. Oberson, architecte FAS, Ginevra

Zona climatica: 5  
 Luogo : 1217 Meyrin

Data del progetto : 1979  
 Data di realizzazione: 1982



Vista

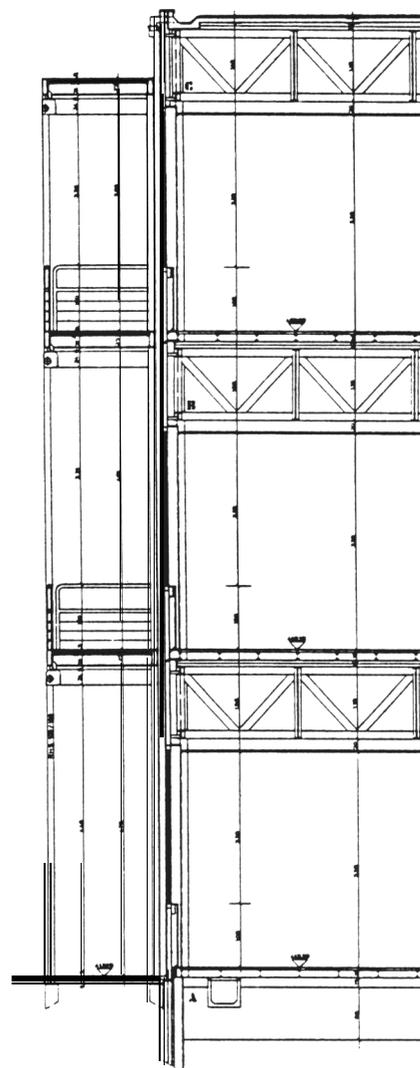
**Piano di situazione**

**Concetto**

- atrio centrale
- sistema di protezione solare esterno
- recupero del calore nel sistema di ventilazione
- pompa di calore

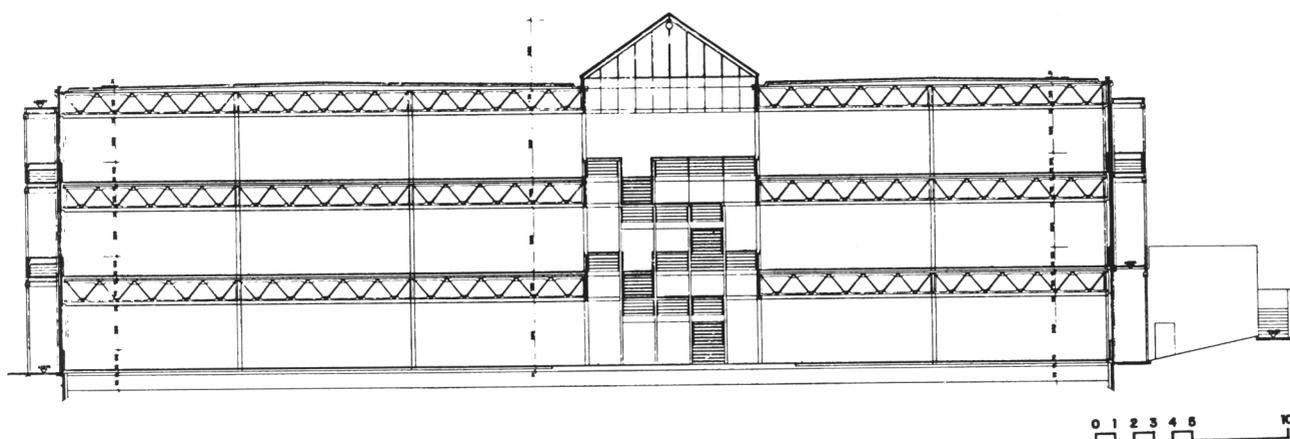


Vista interna atrio

Dettaglio ballatoio



Sezione



**AMMINISTRAZIONE / AUTORIMESSE / DEPOSITI**

Committente: Centre d'entretien de l'autoroute RN9  
 Architetti: J. Chabbey, M. Viollat, A. Delaloy 1920 Martigny

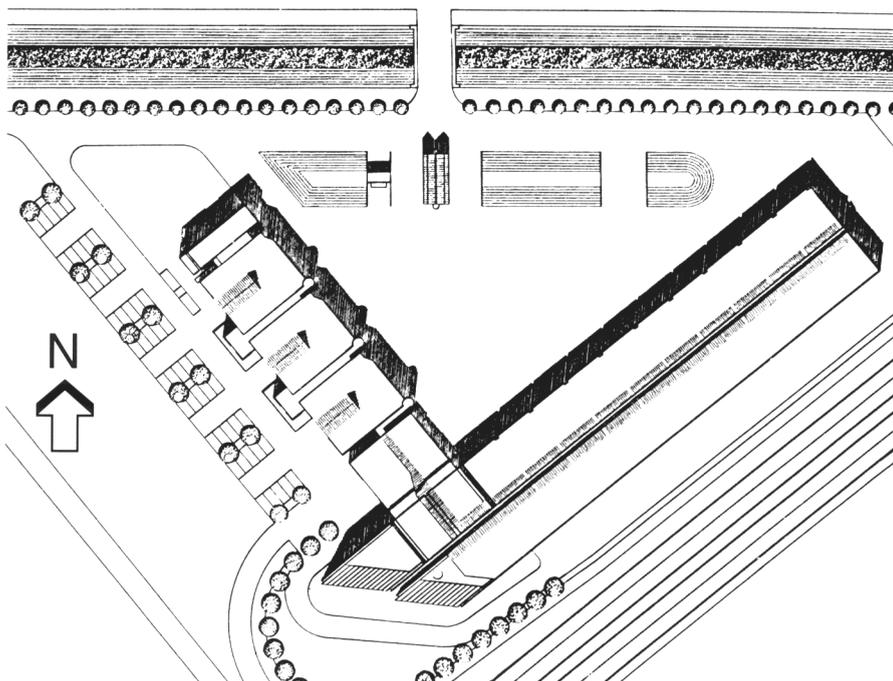
Zona climatica: 10  
 Luogo: 1906 Charrat

Data del progetto: 1981  
 Data di realizzazione: 1983



Vista

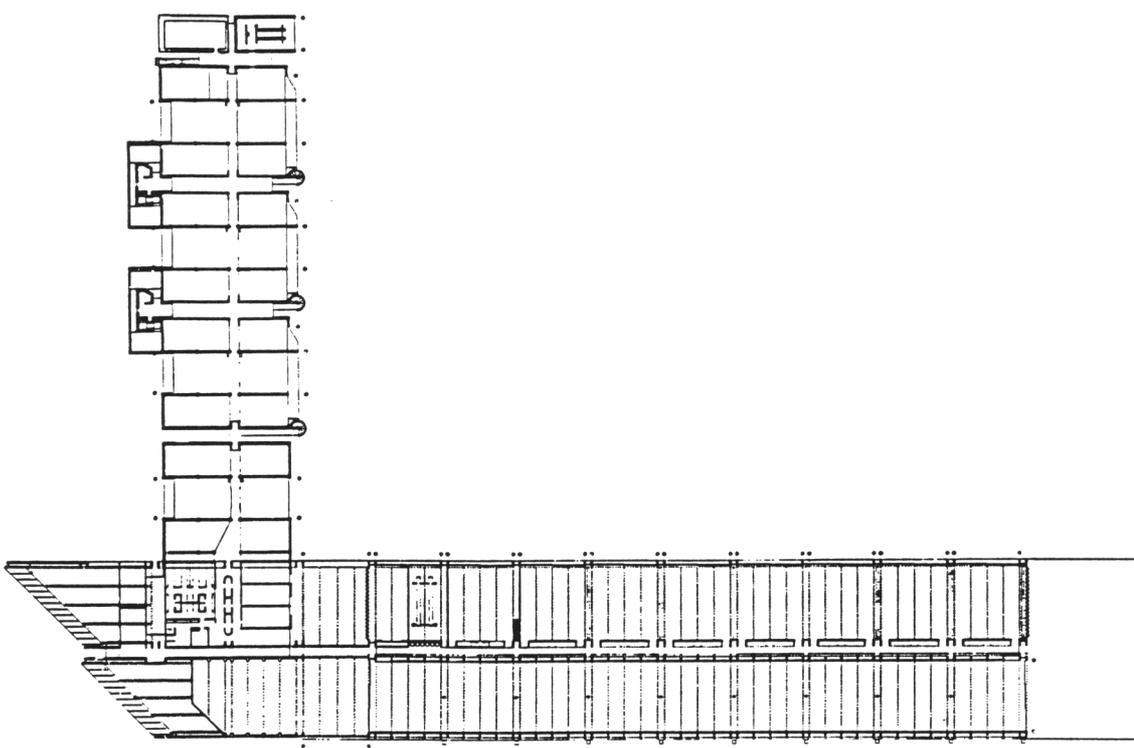
**Piano di situazione**



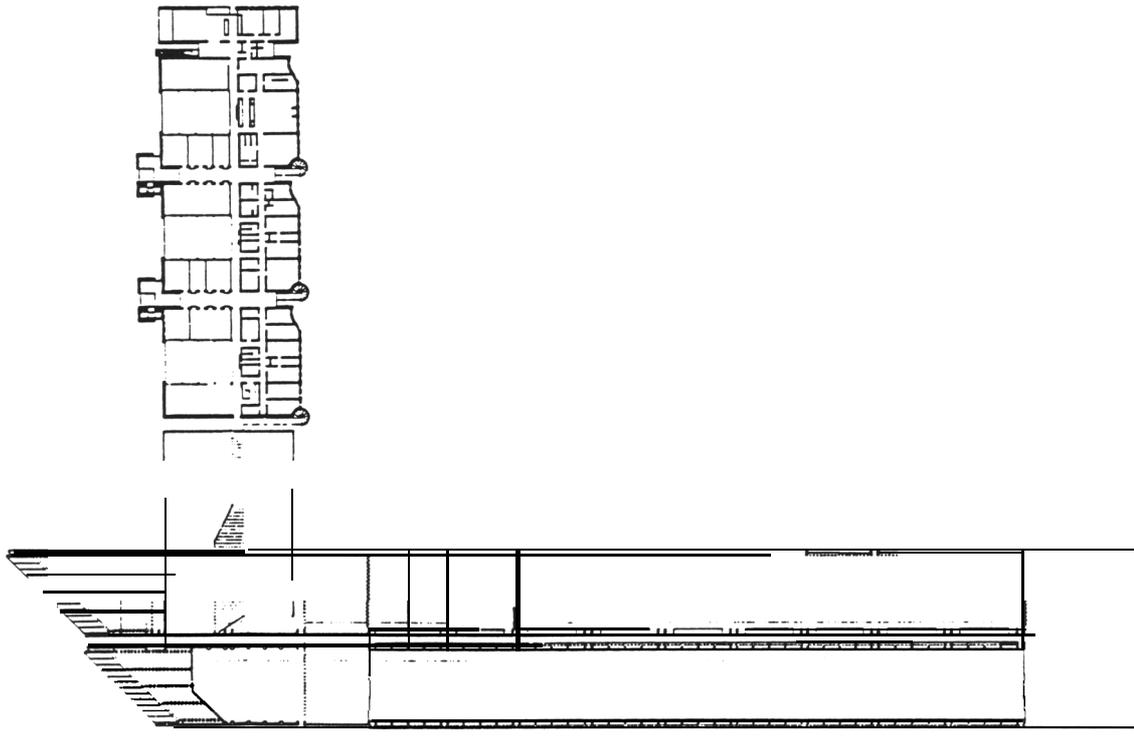
**Concetto**

- organizzazione degli uffici attorno alle serre
- 300 m<sup>2</sup> di pannelli solari

Pianta del piano terra



Pianta primo piano



**SCUOLA GUMPENWIESEN, DIELSDORF**

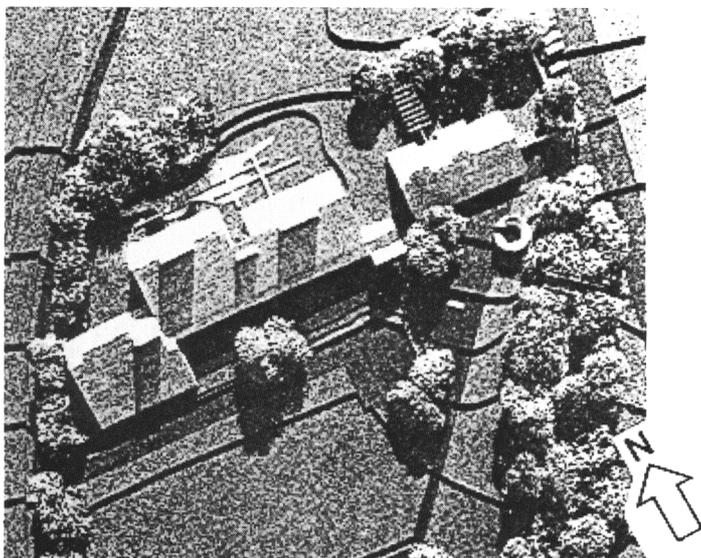
Committente : Comune di Dielsdorf  
 Architetto: R. Luthi, Regensburg

Zona climatica: 3  
 Luogo : 8157 Dielsdorf

Data del progetto : 1982  
 Data di realizzazione: 1982

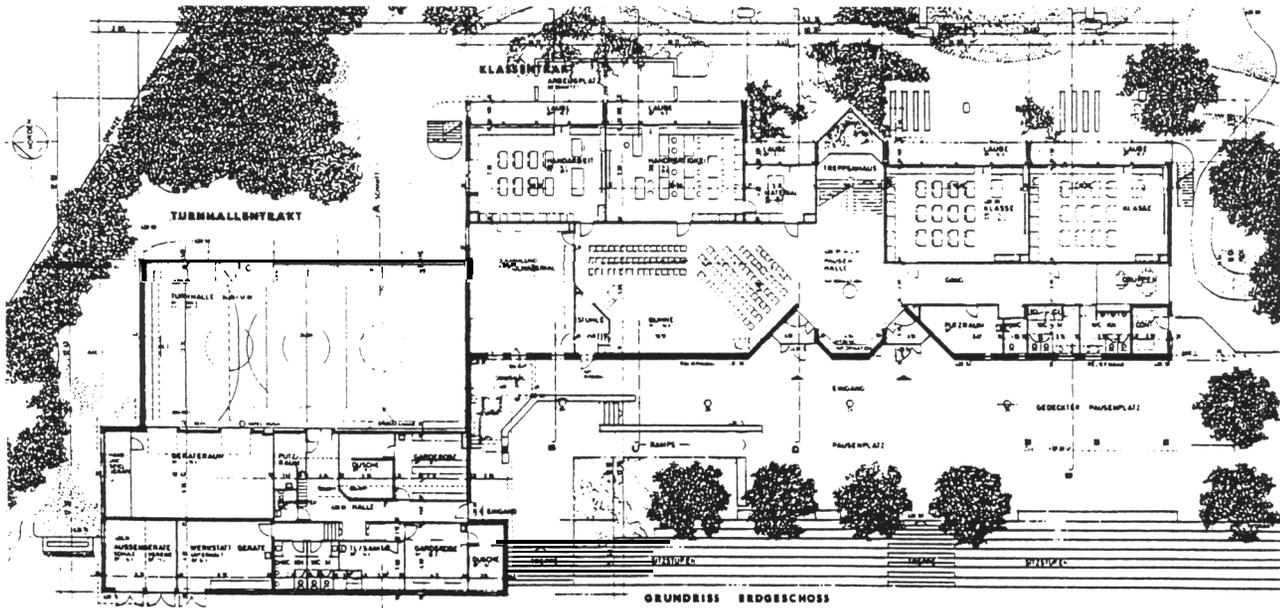


Vista facciata sud

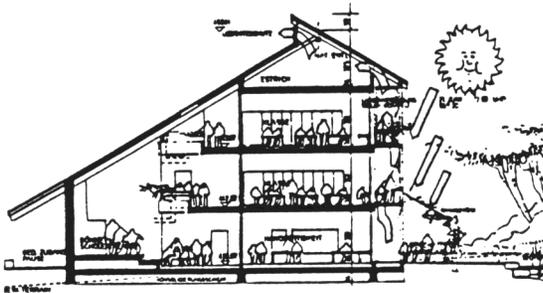
**Piano di situazione**

**Concetto**

- aule orientate verso sud
- doppia facciata, spazio cuscinetto verso nord
- verande verso sud /chiusure d'inverno, balconi d'estate
- recupero del calore dall'aria viziata
- indice energetico misurato: riscaldamento (PAC elettrico + nafta) = 115 MJ/m<sup>2</sup> annuo  
 acquacalda = 11 MJ/m<sup>2</sup> annuo  
 elettricità = 57 MJ/m<sup>2</sup> annuo

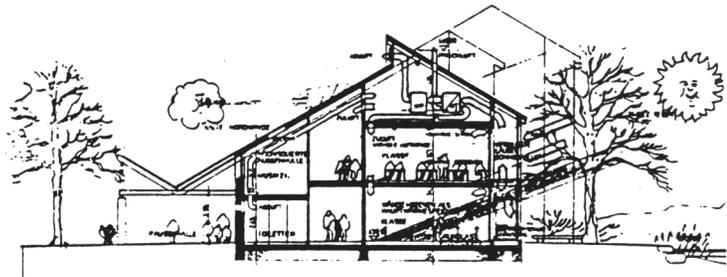
Pianta del piano terra



Sezione in estate



Sezione in inverno



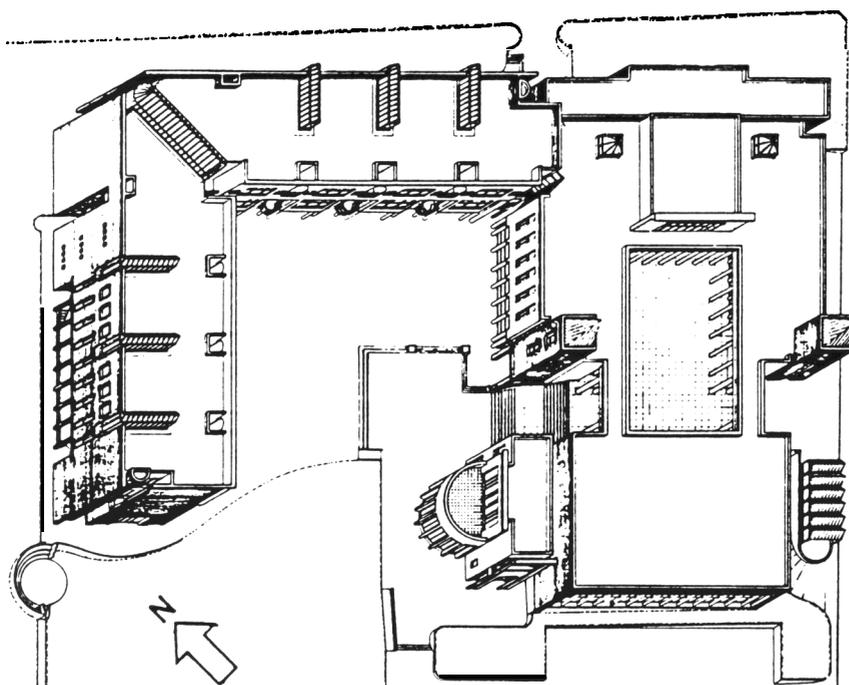
Vista facciata nord



**SCUOLA LE CORBUSIER, GINEVRA**

Committente : Ville de Genève (Città di Ginevra)  
 Architetto : U. Brunoni Arch. SIA/FAS, Ginevra  
 Collaboratori : J.Y. Ravier e J. Jebavy  
 Zona climatica: 5  
 Luogo : 1200 Ginevra,

Data del progetto : 1986  
 Data di realizzazione : 1990/91

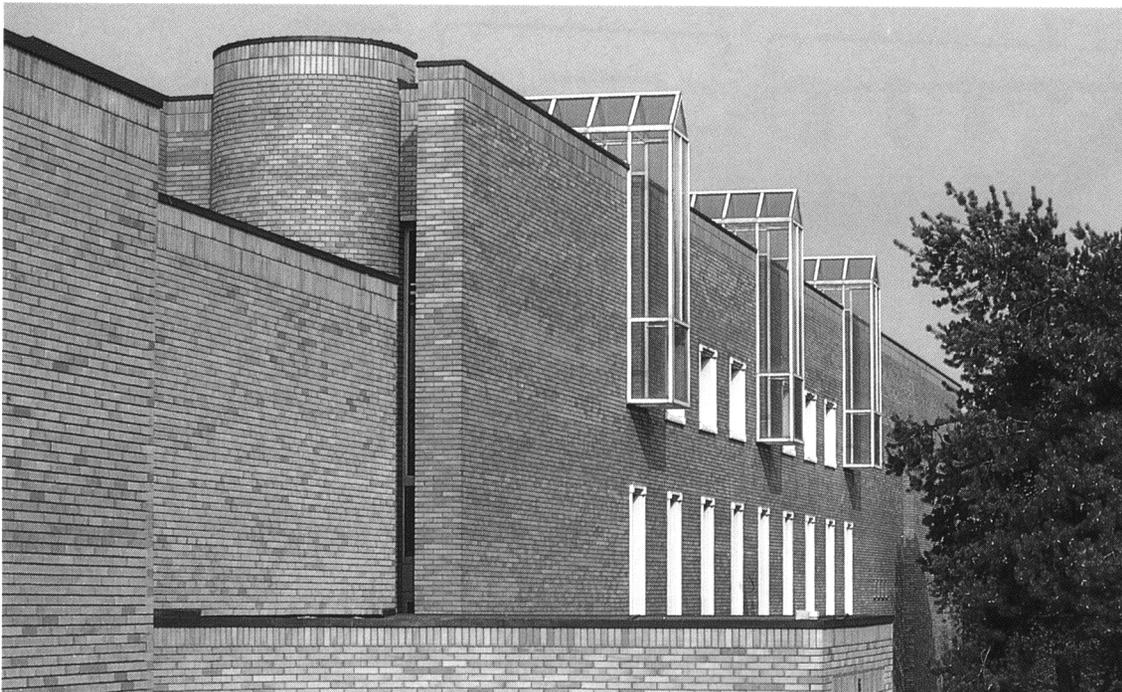

**Piano di situazione**

**Concetto**

- illuminazione naturale, vetrate sugli spazi di circolazione
- aule orientate verso sud

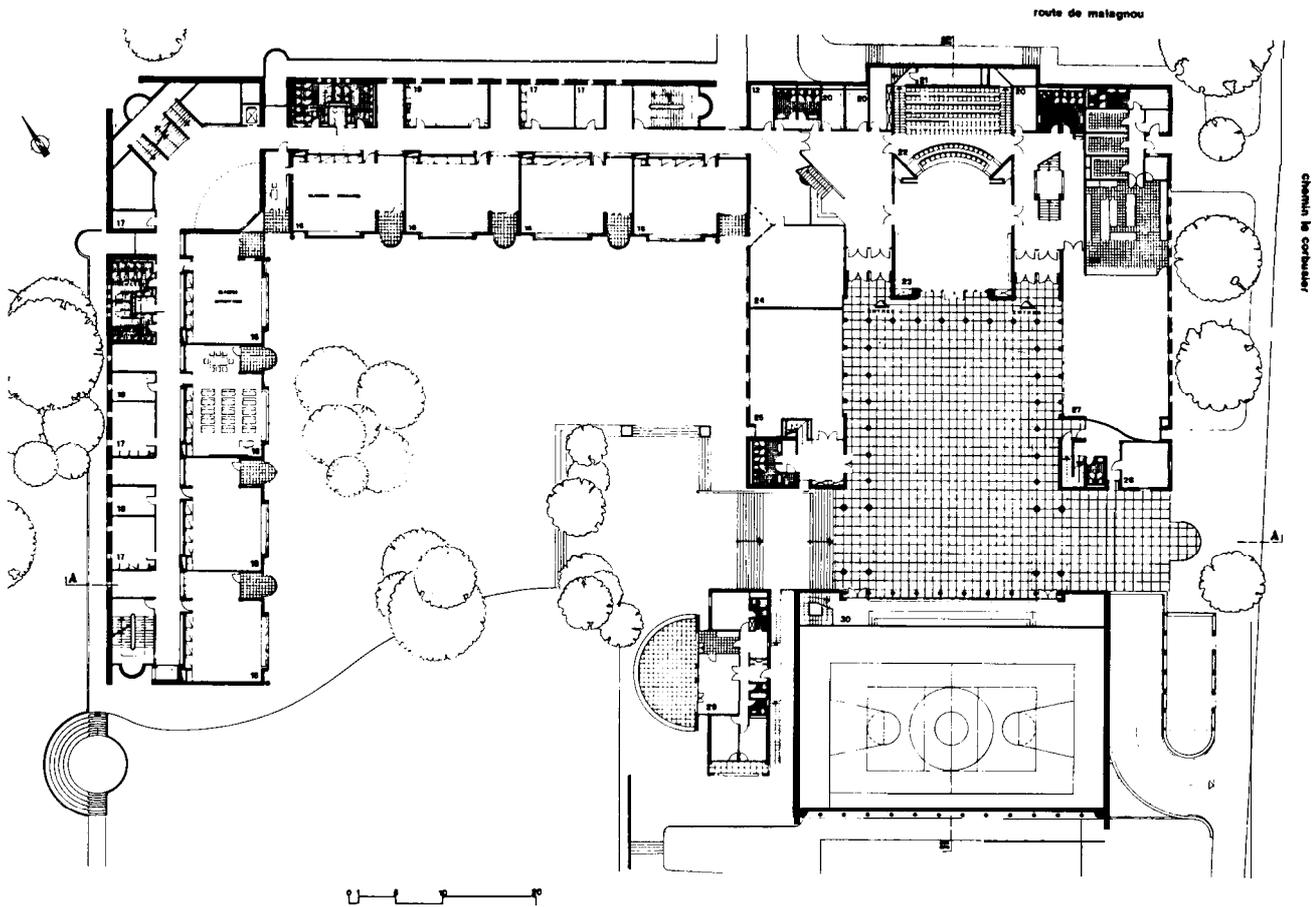


Facciata sud-ovest

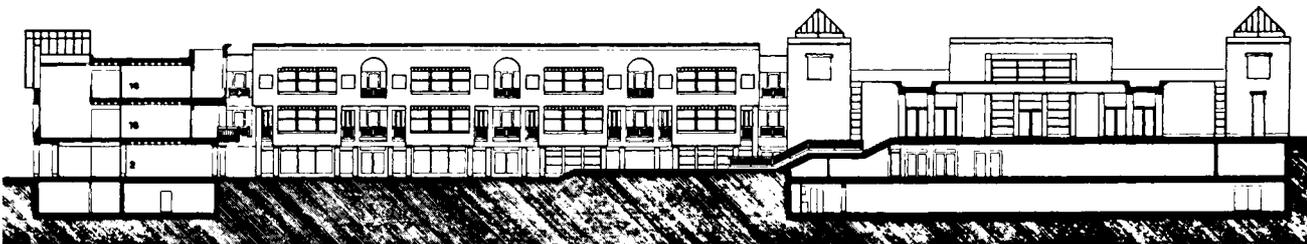
Facciata nord-est (Fotografie: Francois Schenk, Architecture romande, Genève)



Pianta piano rialzato



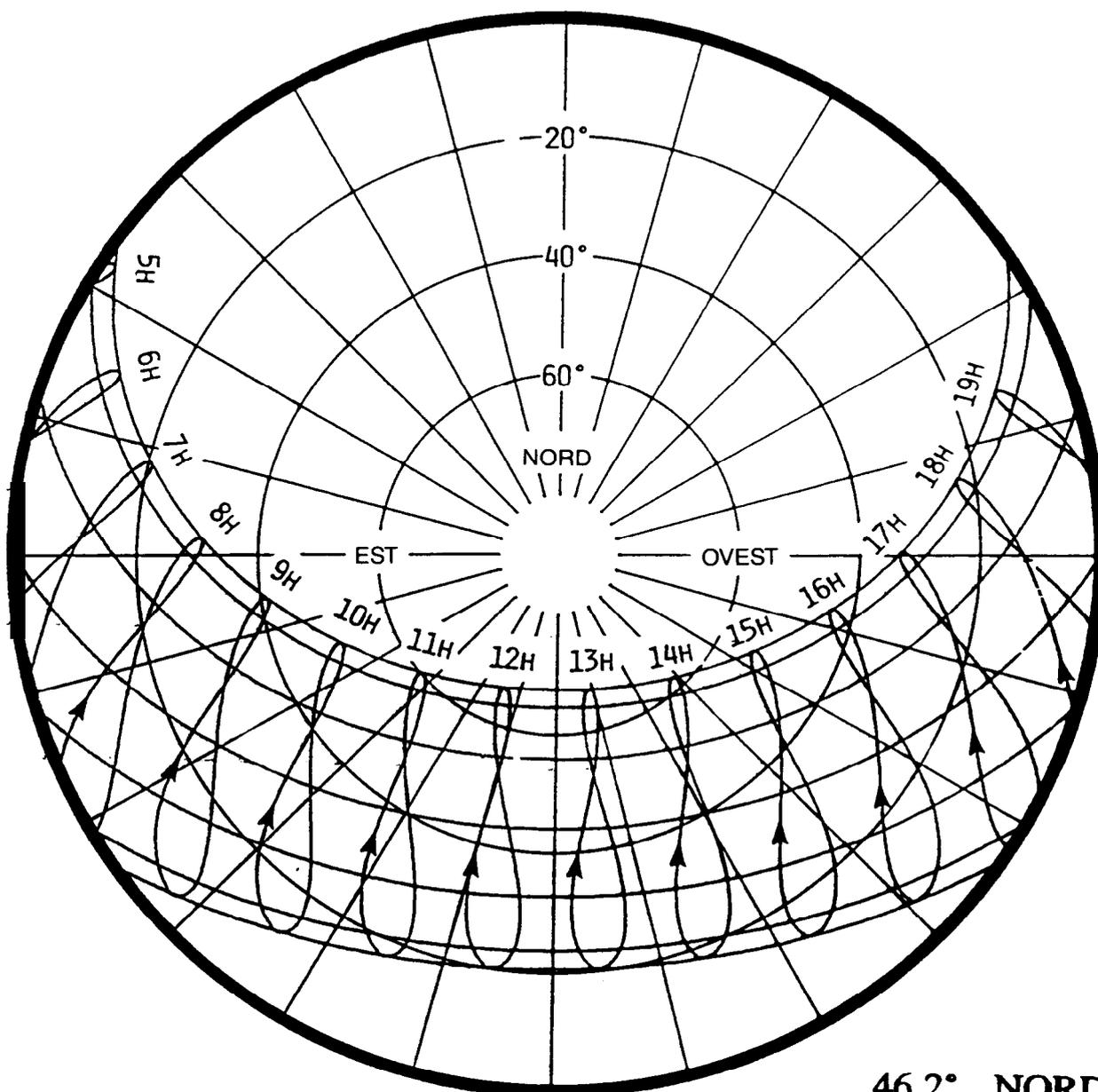
Sezione A-A





# Allegati

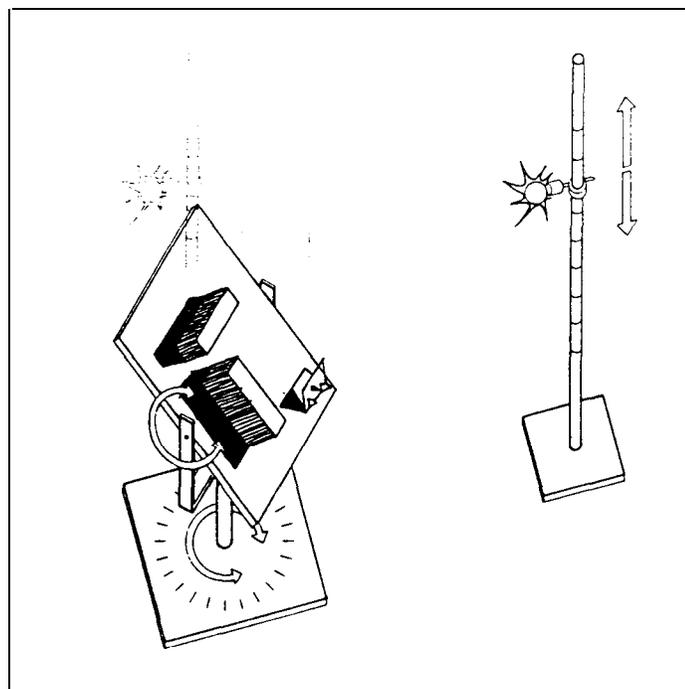
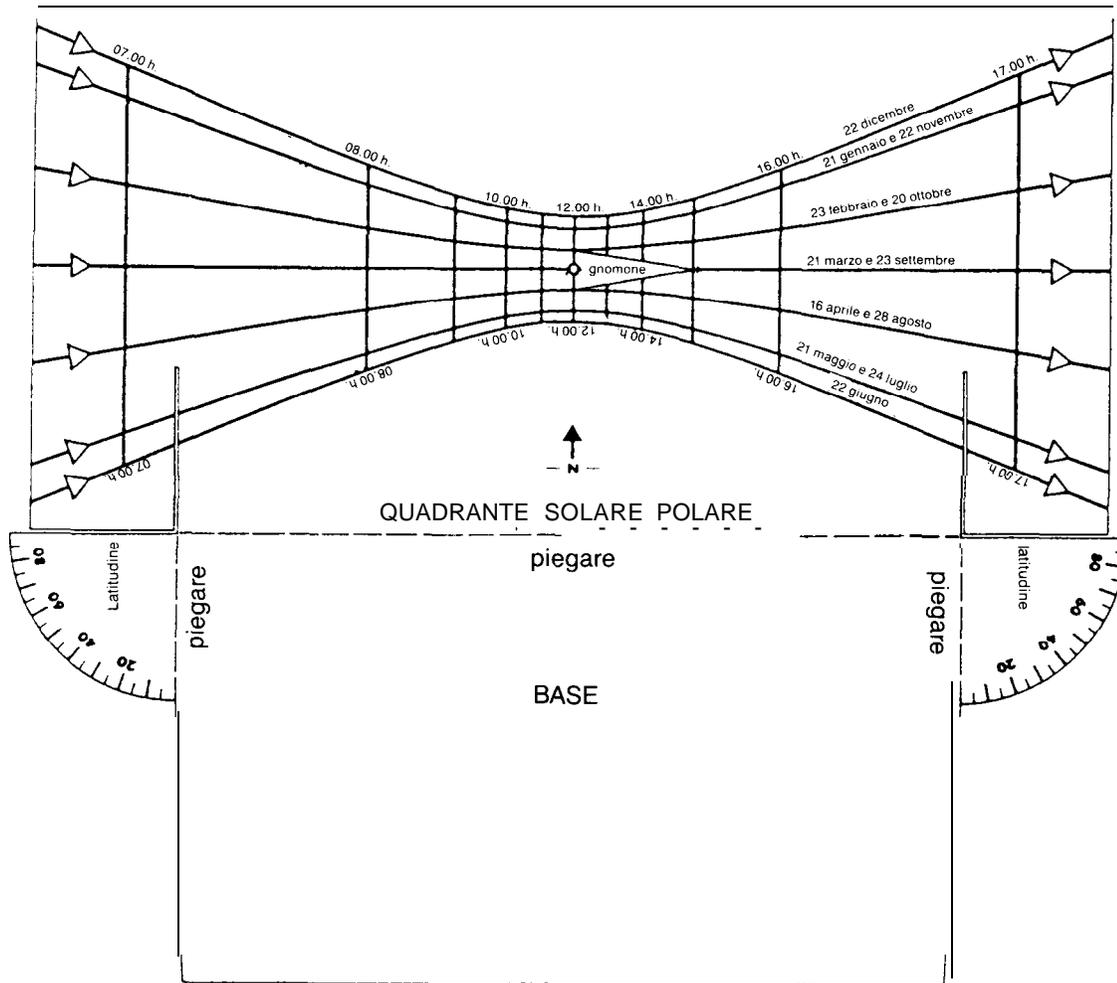
PROIEZIONE STEREOGRAFICA



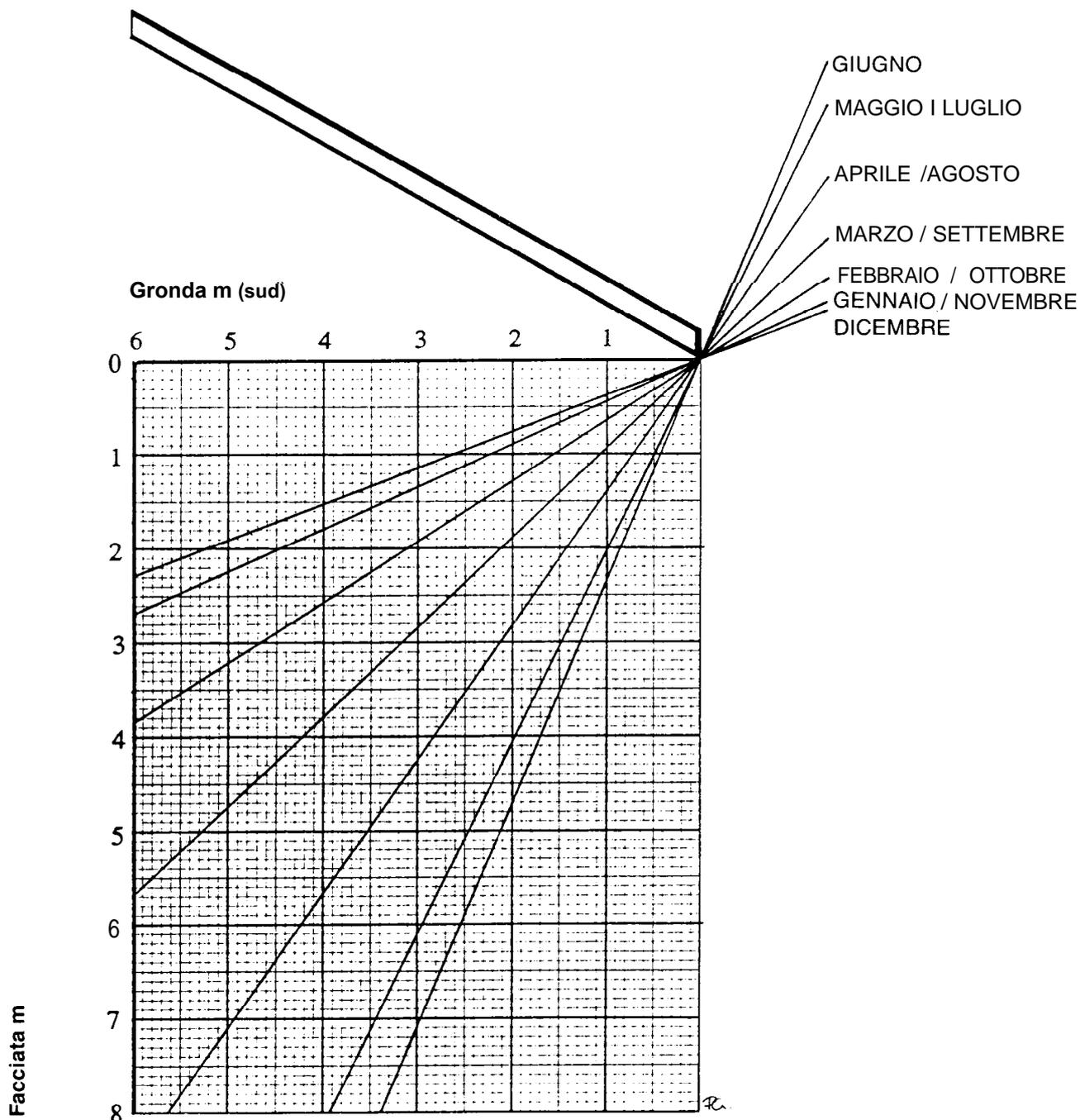
46.2° NORD  
06.2 EST

Grafico da sovrapporre a una foto del luogo presa con un obiettivo «fisheye» (angolo d'apertura 180°). È importante orientare il grafico in modo che il sud coincide con quello della foto. Si possono così determinare direttamente i periodi di visibilità del sole in funzione delle ore e delle stagioni.

Riferimento: «4 années de mesure d'ensoleillement»  
P. Ineichen



# CALCOLATRICE DELL OMBRA



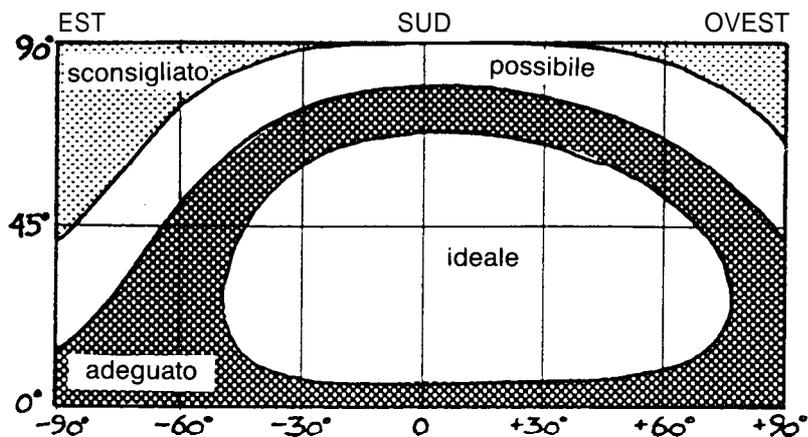
**Grafico che permette di determinare la sporgenza della gronda, destinata a proteggere in estate dal sole pur garantendo d'inverno il massimo di apporto solare :**

Calcolare la gronda in funzione dell'altezza della facciata da proteggere e dei mesi durante i quali esiste il rischio di surriscaldamento (giugno-luglio).

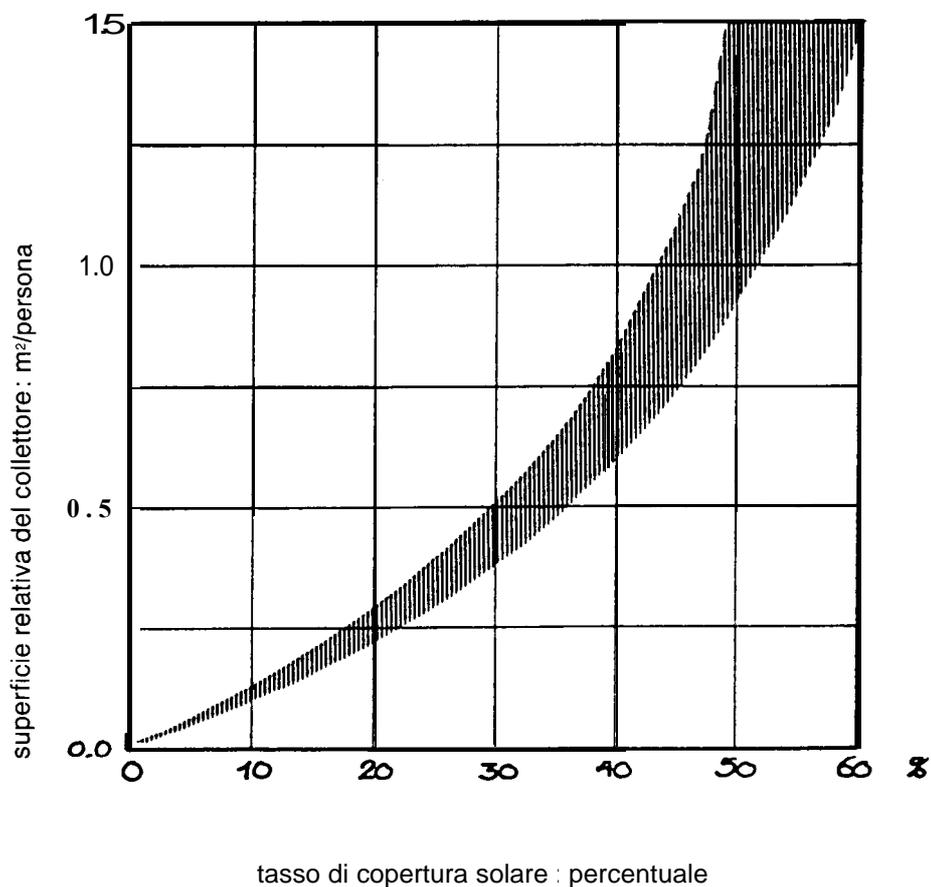
(valido per gli orientamenti sud  $+30^\circ$  e le latitudini tra  $45^\circ$  e  $48''$  nord)

# ABACO (GRAFICO) PER L'ACQUA CALDA SOLARE

Orientamenti e inclinazioni raccomandate:



Stima della superficie di captazione:



(vale per un consumo medio d'acqua calda di 50l/persona al giorno a 55°C e per un clima del tipo «Altipiano»)

secondo misure SOFAS

## UNITÀ

### Fattori di conversione per calcoli energetici

### PREFISSI

Fattore	$10^{12}$	$10^9$	$10^6$	$10^3$	$10^2$	$10^1$	
Simbolo	T	G	M	k	h	da	
Prefisso	tera	giga	méga	chilo	etto	deca	
Fattore	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$	
Simbolo	d	c	m	$\mu$	n	p	
Prefisso	deci	centi	milli	micro	nano	pico	

### Energia

J (Joule)	kWh	mkp	kcal	Btu	ft lbf
1	$2,78 \cdot 10^{-7}$	0,1020	$2,39 \cdot 10^{-4}$	$9,48 \cdot 10^{-4}$	0,738
$3,60 \cdot 10^6$	1	$3,67 \cdot 10^5$	860	$3,41 \cdot 10^{-3}$	$2,65 \cdot 10^6$
9,81	$2,72 \cdot 10^{-6}$	1	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$9,30 \cdot 10^{-3}$	7,23
$4,19 \cdot 10^{-3}$	$1,163 \cdot 10^{-3}$	$4,27 \cdot 10^{-2}$	1	397	$3,09 \cdot 10^{-3}$
$1,055 \cdot 10^{-3}$	$2,93 \cdot 10^{-4}$	$1,076 \cdot 10^{-2}$	0,252	1	$7,78 \cdot 10^{-2}$
1,356	$3,77 \cdot 10^{-7}$	0,1383	$3,24 \cdot 10^{-4}$	$1,285 \cdot 10^{-3}$	1

### Conduttività termica $\lambda$

W/m K	kcal/m h °C	Btu/ft h °F	Btu in/ft <sup>2</sup> h °F
1	0,860	0,578	6,94
1,163	1	0,672	8,06
1,731	1,488	1	12
0,1442	0,1240	$8,33 \cdot 10^{-2}$	1

### Potenza

W	kcal/h	Btu/h
1	0,860	3,41
1,163	1	3,97
0,293	0,252	1

### Coefficiente di convezione termica a e coefficiente globale di trasmissione termica k

W/m <sup>2</sup> K	kcal/m <sup>2</sup> h °C	Btu/ft <sup>2</sup> h °F
1	0,860	0,17611
1,163	1	0,205
5,68	4,88	1

### Densità del flusso di calore

Btu/ft <sup>2</sup> h	kcal/m <sup>2</sup> h	Watt/m <sup>2</sup>
1	2,71	3,15
0,370	1	1,163
0,318	0,860	1

### Temperatura

R = °F + 459,97	K = °C + 273,15
1 R = 5/9 K	1 K = 9/5 R
°F = 9/5 °C + 32	°C = 5/9 (°F - 32)

F = Fahrenheit

C = Celsius

R = Rankine (temperatura assoluta)

K = Kelvin (temperatura assoluta)