

## CLIMA

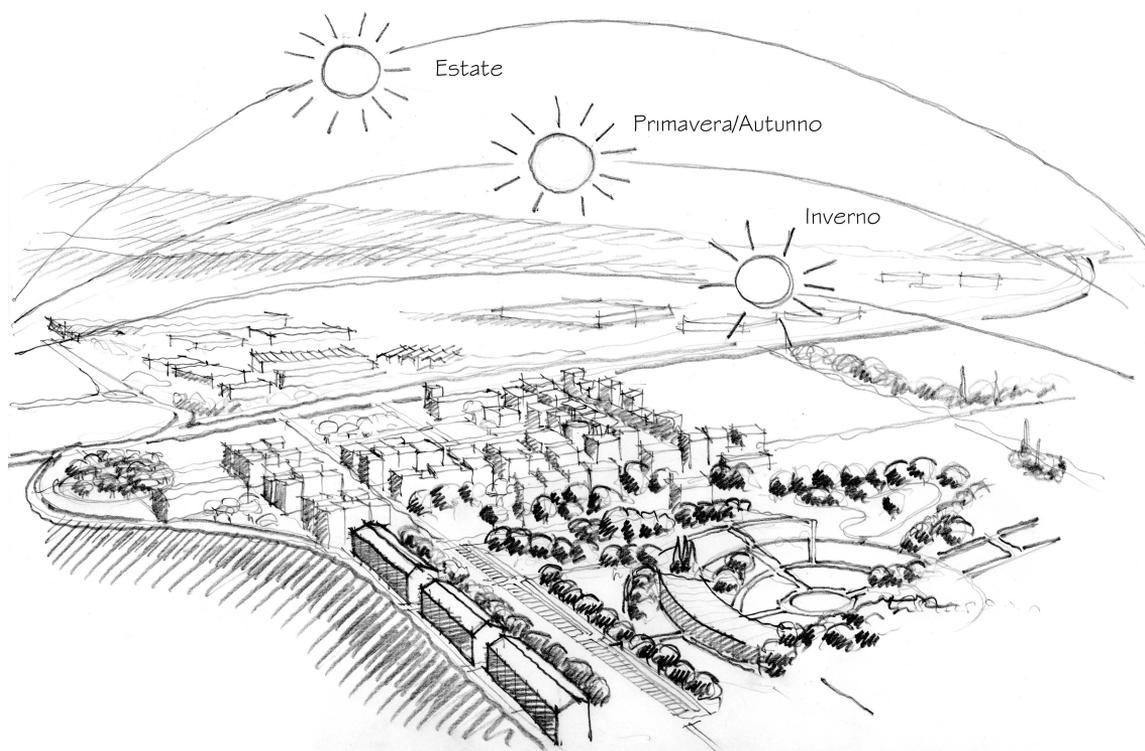
In questo capitolo vengono descritti i punti fondamentali per attuare i metodi volti ad una progettazione energeticamente consapevole, *energy conscious design*, realizzando organismi architettonici che ottimizzano le relazioni con l'ambiente naturale, grazie alla morfologia, all'orientamento e soprattutto al tipo d'involucro edilizio.

Una "architettura bioclimatica" per limitare al massimo l'intervento degli impianti e quindi anche i relativi consumi di energia primaria.

I dettami del clima ci occorrono per arrivare ad una **forma** che dovrebbe avere in sé tutte le caratteristiche necessarie per essere una buona architettura.

Vediamo quali sono i principali elementi che gestiscono, dal punto di vista del clima, un progetto, ovvero la **forma-clima**. L'attenzione è rivolta alla morfologia dell'edificio, al suo orientamento e al contesto climatico, ai quali è affidato il dovere di ricevere o rinviare l'irraggiamento e di sfruttare il microclima locale, per ottenere il maggiore comfort ambientale con il minimo impiego di tecnologie impiantistiche.

L'"architettura bioclimatica" è quella che permette il massimo rendimento dalla morfologia e dal clima locale, adotta i materiali originari del luogo e utilizza fonti energetiche rinnovabili quali l'irraggiamento, i venti, la vegetazione e gli specchi d'acqua.

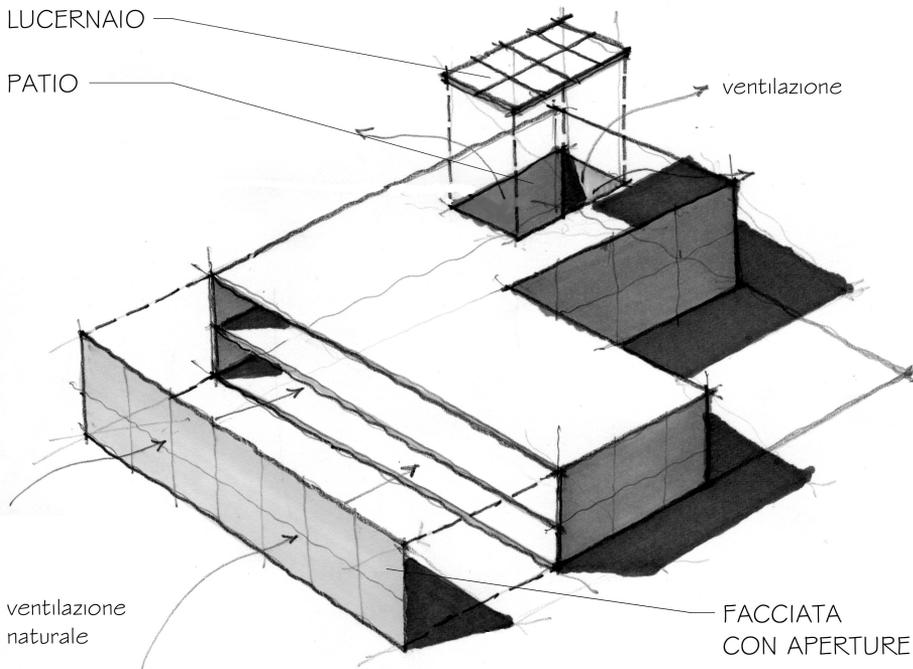
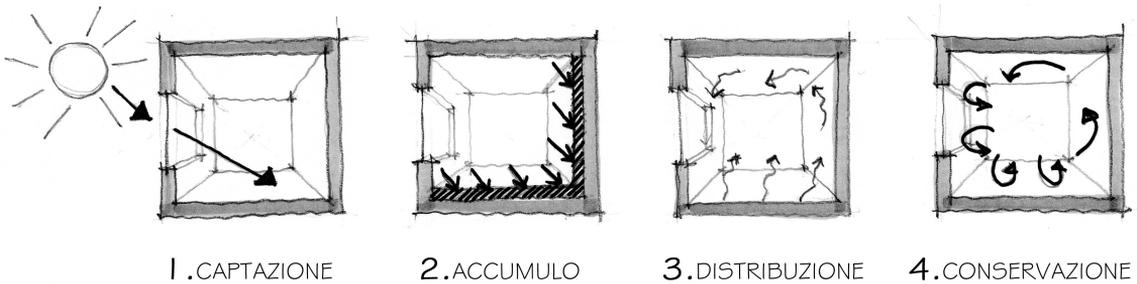


## GLI OBIETTIVI

Le strategie solari passive possono essere impiegate per raggiungere due obiettivi: il primo è il **riscaldamento**, attraverso la captazione della radiazione solare, l'accumulo, la distribuzione e la conservazione dell'energia termica, attraverso l'impiego di muri termo-accumulatori, un ottimo isolamento, una notevole massa termica, sistemi di preriscaldamento dell'aria, superfici vetrate esposte a sud e di vere e proprie serre addossate all'edificio; il secondo è il **raffrescamento**, per mezzo della ventilazione naturale, la schermatura e l'allontanamento del calore; ciò lo si può ottenere con l'utilizzo di condotte d'aria interrate, di camini solari, di una buona massa termica, della ventilazione indotta, di protezioni dall'irraggiamento diretto e di sistemi per la deumidificazione o per l'evaporazione dell'acqua.

Infine l'**illuminazione** naturale, che cambia in presenza o in assenza della radiazione solare diretta, ottenuta sfruttando sia la luce solare diretta sia quella diffusa può favorire la riduzione dei consumi elettrici per l'illuminazione artificiale.

Una volta definiti gli obiettivi è necessario soffermarci sulle fonti attraverso le quali possiamo ottenere il riscaldamento e il raffrescamento dell'edificio, ovvero la radiazione solare e i venti, e, successivamente, analizzando i criteri progettuali per ottenere tali obiettivi.



## LE FONTI

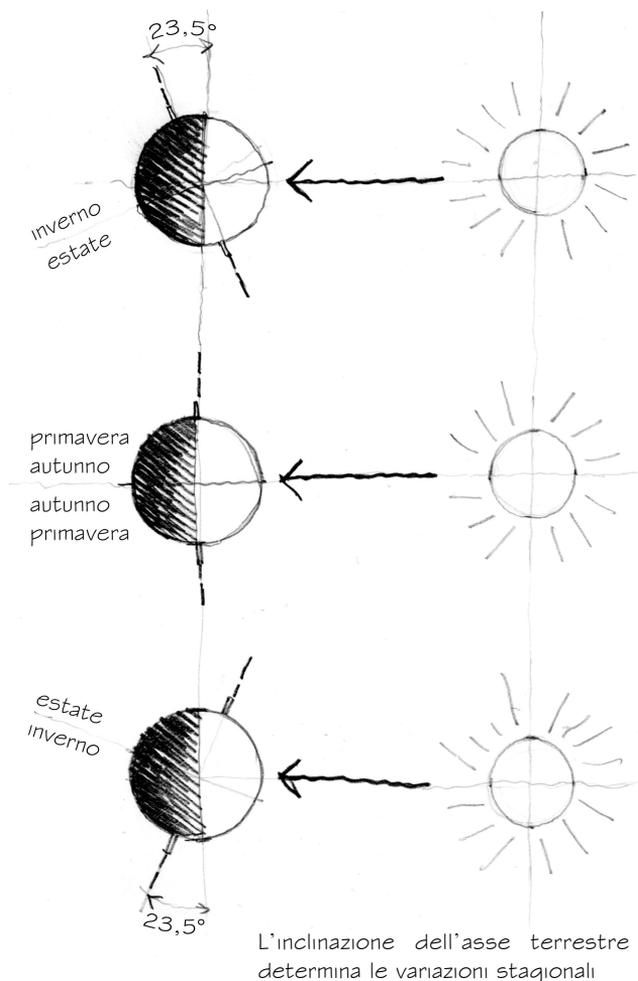
### La radiazione solare

La traiettoria del sole ha un andamento ellittico e varia a seconda dell'ora del giorno e del mese dell'anno.

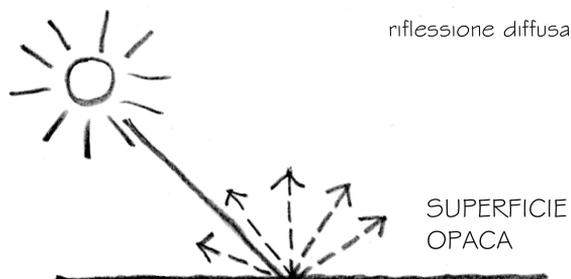
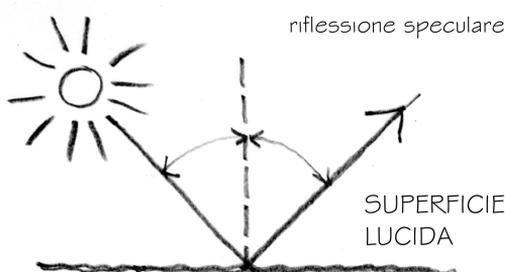
Durante i mesi invernali l'emisfero nord riceve meno ore di irraggiamento, mentre nell'emisfero sud è estate.

La valutazione dell'entità della radiazione sulle pareti di un edificio è approssimativa date le molte variabili che la interessano e la loro imprevedibilità. In generale, la radiazione solare che incide sulle superfici esterne orizzontali e verticali di un edificio dipende dalle variazioni stagionali di altezza del sole sull'orizzonte.

L'angolo di incidenza dei raggi solari con una superficie determina la quantità di energia che questa riceve. Quando l'angolo è di  $90^\circ$ , la superficie riceverà la massima quantità di energia. La superficie non sarà investita soltanto dalla radiazione diretta, ma anche da quella diffusa e da quella riflessa.

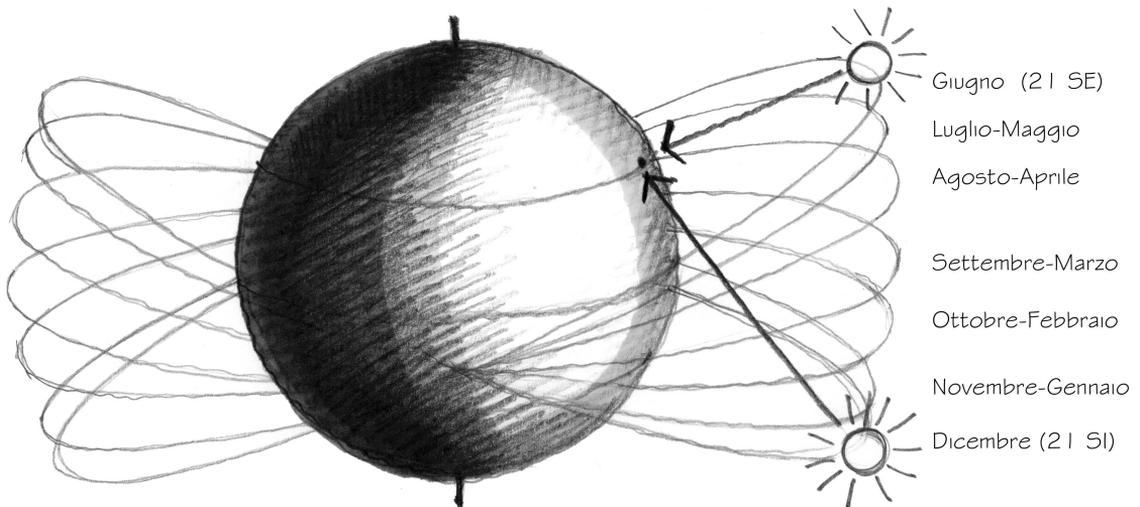
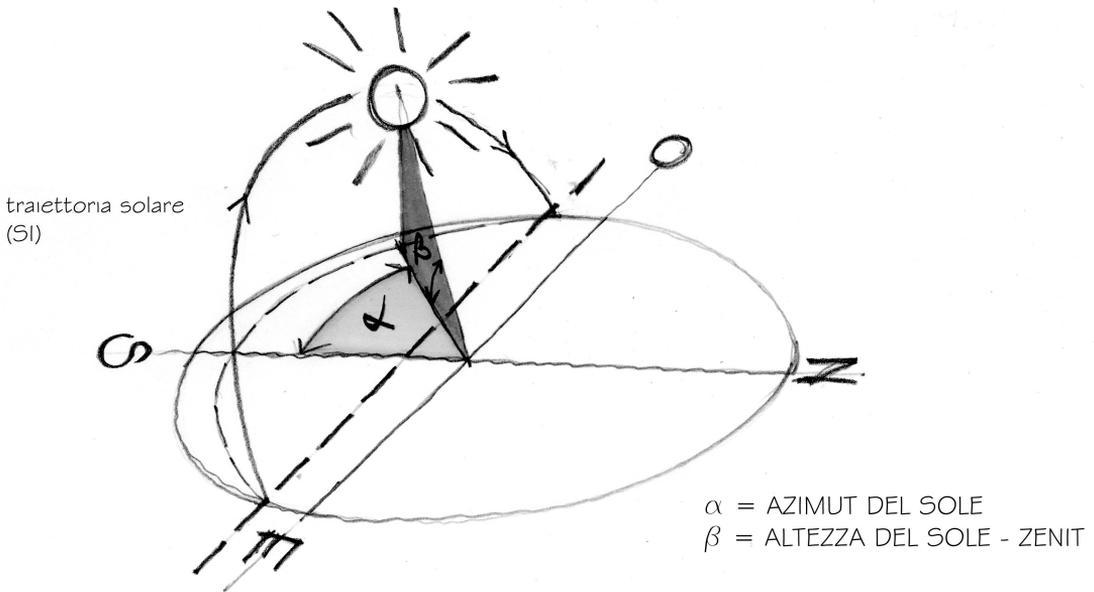


Le facciate non subiscono tutte lo stesso irraggiamento, infatti le facciate verticali a nord non sono mai irradiate direttamente; la facciata verticale meridionale è sempre esposta al sole, ma l'inclinazione dei raggi rispetto ad una retta perpendicolare al suolo è inferiore in inverno (il sole è più basso sull'orizzonte) e maggiore in estate; le due facciate verticali ad est ed ovest prendono una quantità superiore di energia in estate, così come la copertura.



A questo punto, prima di entrare nel merito di ciascuna *strategia progettuale bioclimatica*, appare utile riportare alcune definizioni:

- $\beta$ : l'**altezza del sole sull'orizzonte** è l'angolo formato dalla congiungente i baricentri della Terra e del Sole con il piano orizzontale (il suo complementare è l'angolo zenitale);
- $\alpha$ : l'**azimut solare** è l'angolo formato dalla proiezione della congiungente Sole-Terra sul piano dell'orizzonte con la direzione nord-sud;
- $\gamma$ : la **latitudine** è l'angolo formato tra meridiano e il piano dell'equatore;
- $\delta$ : la **longitudine** è l'angolo formato dai piani passanti tra due meridiani;
- **solstizi**: periodi in cui il sole si trova rispettivamente a maggior distanza dall'equatore; il solstizio estivo è il 21 giugno e invernale è il 21 dicembre.



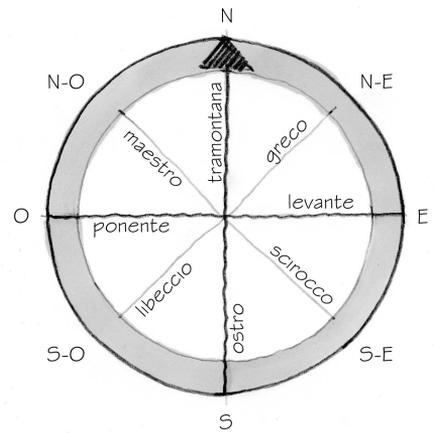
## La ventilazione

L'intensità dei venti ci permette di definirli come **regnanti**, quando soffiano con frequenza in una determinata zona e in determinati periodi, **dominanti** quando soffiano con forza e secondo una direzione precisa, sono detti invece **prevalenti** quelli che attraverso la combinazione forza - frequenza presentano il massimo effetto.

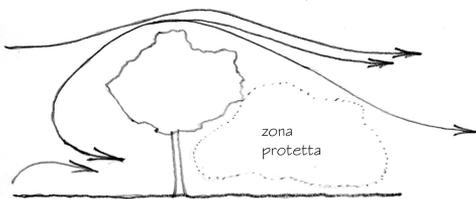
Il diagramma dei venti regnanti è polare e suddiviso in otto parti che individuano le direzioni principali; la punta massima individua il vento regnante.

Nel posizionamento dell'edificio è bene evitare le aree aperte, le sommità delle colline e i territori di fondovalle, a causa delle correnti della notte. Gli spazi più adatti alla collocazione dell'edificio sono gli avvallamenti sottovento. Le barriere frangivento possono essere naturali, elementi vegetazionali o artificiali. Tali barriere determinano delle zone protette che sono proporzionali alle loro altezze, mentre la lunghezza della barriera non è uguale all'area protetta ma inferiore, infatti il vento penetra e genera flussi ad alta velocità detti **turbolenti**. Anche lo spessore delle barriere è da tenere in considerazione, infatti il vento solleva il suo andamento e diminuisce la velocità in maniera proporzionale allo spessore e all'altezza della barriera.

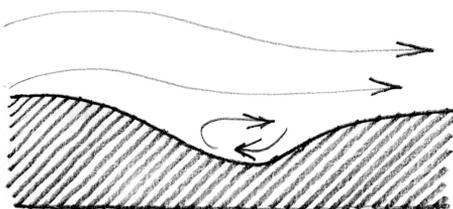
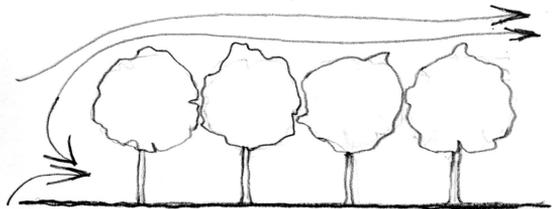
Nel caso di frangivento vegetazionali anche la densità è un fattore che determina delle variazioni: se la barriera è poco permeabile il flusso deviato soprastante crea delle turbolenze, mentre se è semi-permeabile il flusso viene in parte filtrato e non si formano turbolenze. La posizione del frangivento dovrebbe essere perpendicolare alle correnti e la lunghezza sicuramente maggiore della lunghezza del fronte da riparare.



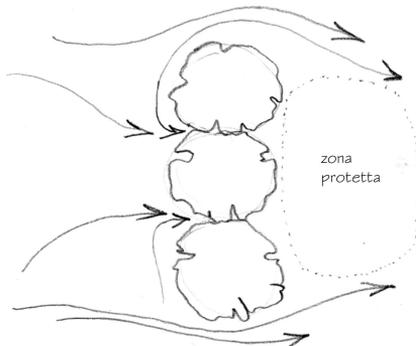
Quadrante dei venti

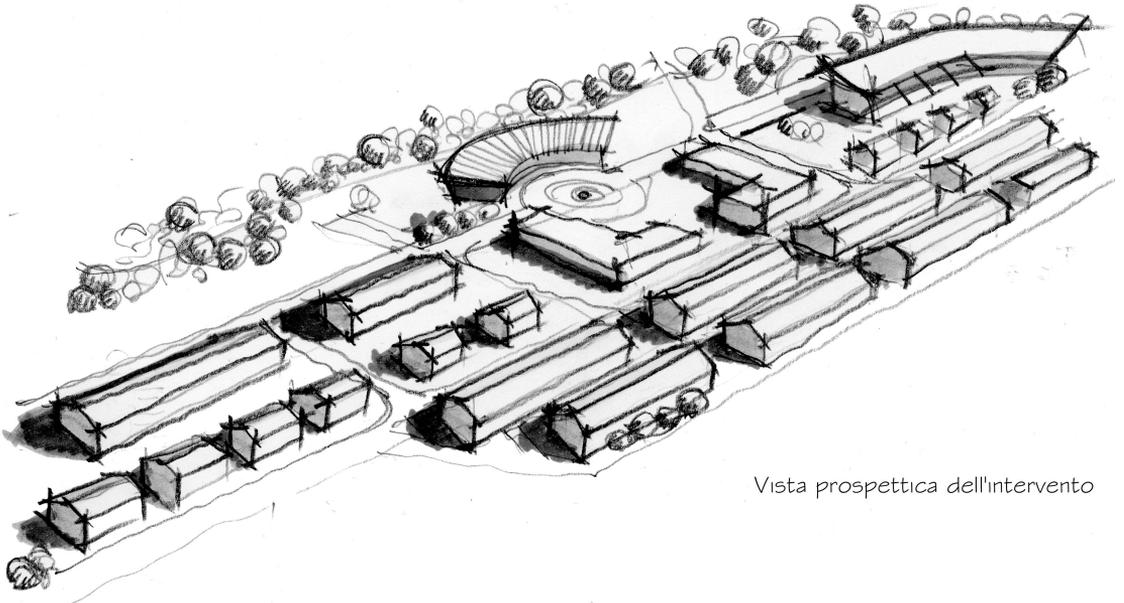


Barriere frangivento



Comportamento del vento in presenza di un avvallamento

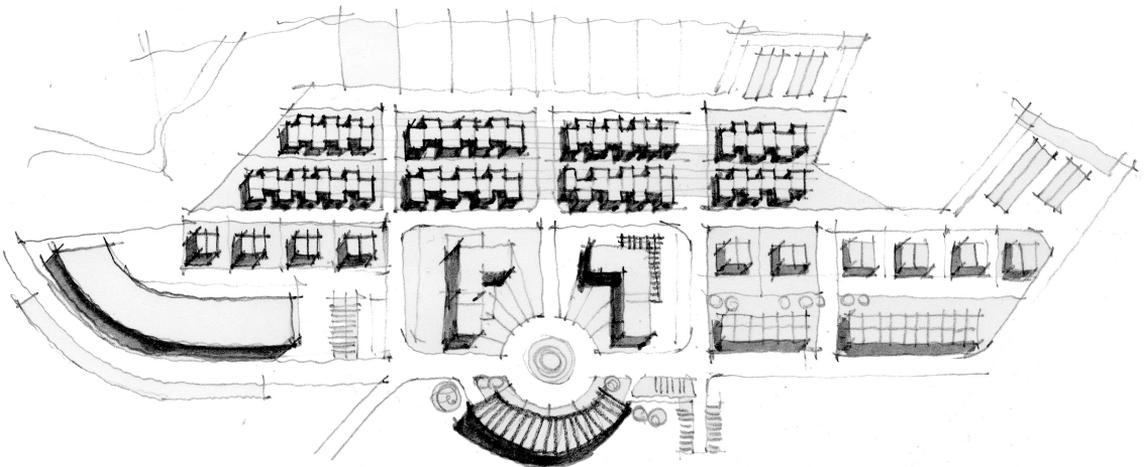
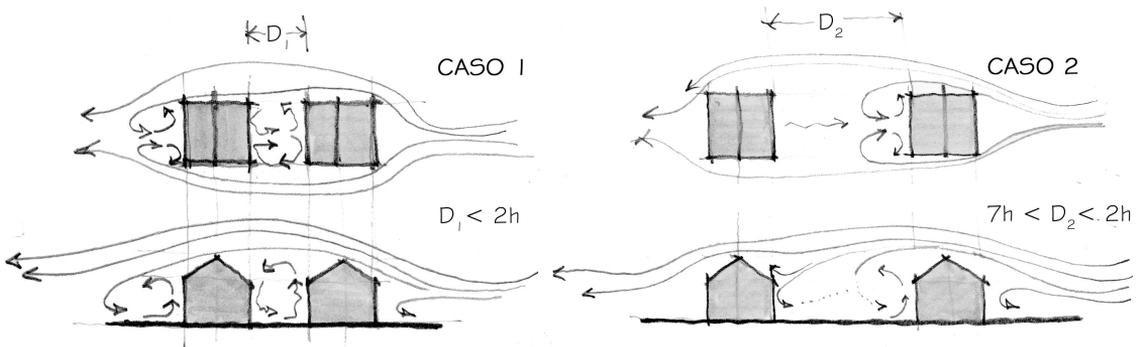




Vista prospettica dell'intervento

Andamento del flusso dei venti in relazione alla distanza tra gli edifici.

Nel CASO 1 la distanza è inferiore al doppio dell'altezza degli edifici, mentre nel CASO 2 è sicuramente maggiore.



Piano Integrato a "Badia a Settimo San Colombano", Scandicci. Schema planimetrico.

## CRITERI DI PROGETTO

I punti fondamentali a cui si fa spesso riferimento, che diventeranno poi i criteri di progetto, sono piuttosto semplici o meglio intuitivi. Andiamo ad individuare e analizzare quali sono:

- **guadagno solare diretto, indiretto e isolato**, cioè l'apporto termico, positivo in caso di riscaldamento o negativo in caso di raffrescamento, delle superfici convenientemente orientate. Due importanti fenomeni sono:
  - a. l'effetto serra in ambienti delimitati da superfici vetrate;
  - b. l'accumulo di calore in opportune masse;
- **schermatura** dal sole e dai venti tramite opportuni elementi;
- **ventilazione** dell'edificio per il raffrescamento e per la deumidificazione.

Questa può avvenire tramite:

- a. l'*effetto camino* in ambienti nei quali le correnti convettive possono essere sfruttate convenientemente;
  - b. l'*effetto Venturi* cioè la ventilazione dovuta a contrazioni o dilatazioni dei passaggi, così da avere depressioni e aspirazione di aria da altre zone;
- **raffrescamento evaporativo** ad esempio il vantaggio della vicinanza di uno specchio d'acqua o di elementi vegetazionali;
  - **coibentazione** dell'involucro per contenere dispersioni o guadagni termici.

Appunto su questi meccanismi si basano i sistemi energetici detti **passivi**, anche attraverso l'introduzione di elementi capaci di intercettare l'energia solare in modo **passivo**, cioè tramite componenti d'involucro, mentre i sistemi **attivi** sono quelli che si avvalgono principalmente di componenti impiantistici (che riguardano il settore delle applicazioni termodinamiche, energia termosolare ed il settore dell'energia fotovoltaica).

L'edificio cerca di adattarsi all'ambiente circostante (vegetazione, rilievi, edifici esistenti, ecc) per ottenere il maggior vantaggio dal punto di vista termico e di illuminazione.

L'intento è quello di ottenere buoni livelli di comfort ambientale, minimizzando l'uso delle risorse energetiche inquinanti e aumentando l'uso di fonti energetiche rinnovabili pulite, come l'energia solare.

Possibili esempi di strategie progettuali per migliorare la qualità di vita sono: impianti di climatizzazione sotterranei, superfici vetrate o serre rivolte a sud per accogliere il sole in inverno, materiali trasparenti tecnologicamente avanzati per separare la radiazione solare ed incrementare l'illuminazione naturale, camini solari per aumentare la ventilazione naturale, impiego di pannelli fotovoltaici e di pannelli solari.

L'approccio bioclimatico fa sì che si adotti come strumento progettuale consapevole una più valida integrazione edificio-impianti, aumentando le competenze del progettista.

I contributi che vengono richiesti all'approccio bioclimatico sono quelli relativi al benessere che coinvolgono in primo luogo gli impianti.

L'attività compiuta dall'impianto di climatizzazione viene integrata da possibili contributi esterni (es. solari) ed interni come comfort sonori e luminosi, l'igrometria e alla qualità dell'aria. L'iter progettuale tradizionale vede il progettista che precisa gli spazi e i materiali e solo "a posteriori" interviene l'impiantista che realizza un sistema che si adatti alle scelte operate.

Presupposto dell'approccio bioclimatico è maggiore conoscenza del regime climatico locale dove sorgerà l'edificio per meglio ottenere il massimo rendimento da potenziali apporti energetici e per dimensionare gli impianti.

L'impianto di climatizzazione infatti dipende da alcuni fattori come condizioni climatiche esterne radiazione solare e velocità del vento, dalla struttura dell'edificio formale e materia dell'involucro, orientamento e funzione dell'edificio.

Dei sistemi a **guadagno diretto**, quello più comune, si attua con ampie superfici vetrate esposte a sud, aperte direttamente sull'interno, che ha sufficienti masse di accumulo termico. Mentre i principali sistemi a **guadagno indiretto** sono: il muro termico, il muro *trombe*, i *roof-pound* e la serra.

Nel **muro termico** l'accumulo è consentito da una notevole massa termica esposta a sud e una superficie vetrata disposta esternamente per contenere le dispersioni.

Il calore captato è trasferito per conduzione attraverso la parete e successivamente trasmesso, per convezione ed irraggiamento, all'ambiente interno.

Il muro termico può essere d'**acqua**, costituito da bidoni che la contengono, poiché la capacità termica dell'acqua è superiore; l'aspetto svantaggioso è congenito nel fatto non può essere strutturale rappresentando così un extracosto.

Il **muro Trombe** è costituito da una parete spessa di colore scuro, che è l'elemento di assorbimento e accumulo, e da un elemento vetrato più esterno, il collettore, che trattiene le radiazioni solari.

Il calore è passato all'ambiente interno per conduzione, irraggiamento e per convezione attraverso delle aperture superiori e inferiori relazionano l'intercapedine muro-vetro e l'ambiente interno.

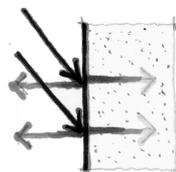
Nei **roof-pound** (*stagni da tetto*) la captazione e l'accumulo avviene attraverso involucri in plastica sottile di colore scuro (ad es. sacchi di polietilene) riempi di acqua. L'acqua, scaldandosi, trasmette il calore ai locali sottostanti tramite il solaio, che deve avere scarsa resistenza termica. Nei sistemi a **guadagno isolato** i termosifoni solari, i collettori ad aria con letto di pietre, i camini solari Barra Costantini e le serre aggiunte) l'elemento captatore e quello accumulatore sono separati per evitare dispersione, ottenendo prestazioni decisamente superiori.

### 1. GUADAGNO DIRETTO

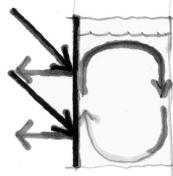
### 2. GUADAGNO INDIRETTO: MURO TERMICO

### 3. GUADAGNO INDIRETTO: SERRA ADDOSSATA

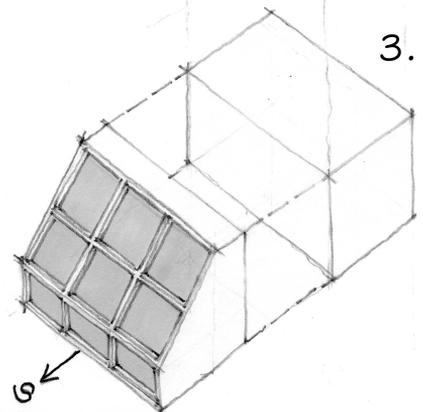
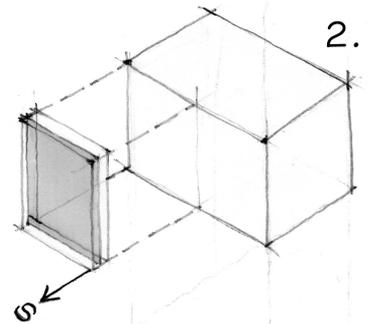
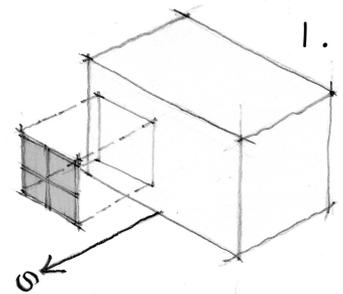
Comportamento termico di un muro in cls e di acqua



### A. CALCESTRUZZO



### B. ACQUA



## FORMA → CLIMA

L'edificio si rapporta con il contesto ed entra a far parte di un ecosistema con il quale interagisce attraverso complesse relazioni energetiche.

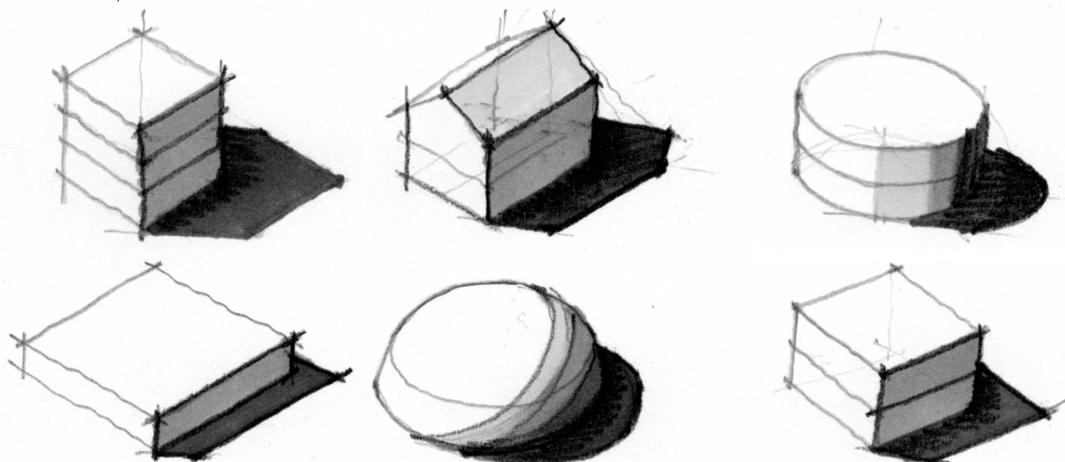
Gli scambi energetici dell'edificio avvengono tramite l'involucro edilizio attraverso la sua specifica forma e materiali.

Otteniamo così un equilibrio tra l'energia prodotta dall'edificio stesso, quella captata e quella che viene dispersa. Tale equilibrio determina le condizioni di comfort.

È utile sottolineare l'importanza del rapporto tra la superficie esterna dell'edificio e il suo volume; in questo rapporto non vengono considerati i vani interrati, poiché non sono sottoposti a stress termici.

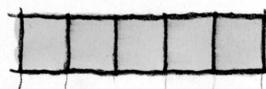
Una configurazione compatta assicura, per qualsiasi edificio, la minore dispersione di calore. Un indice di compattezza basso, dato dal rapporto superficie/volume, indica un edificio morfologicamente compatto.

Schema spaziale dell'involucro

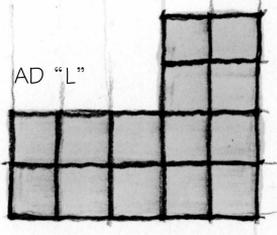


schema planimetrico

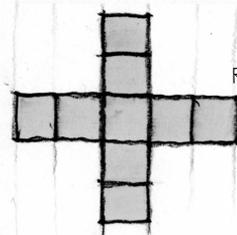
LINEARE



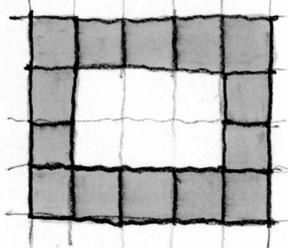
AD "L"



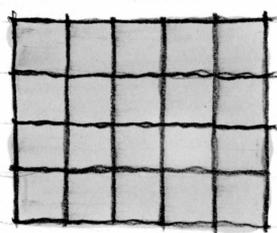
RADIALE



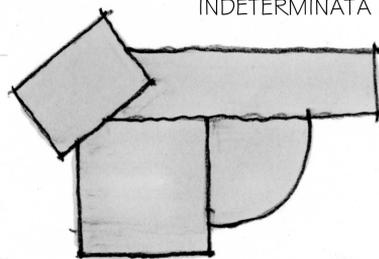
CENTRALE



CHIUSA



INDETERMINATA



Ogni configurazione spaziale diversa per uno stesso volume, evidenzierà delle caratteristiche differenti. Il rapporto superficie/volume ci fornisce la dimensione dell'efficienza dello spazio interno ma non quello per viverci, il riferimento più preciso è quello superficie/area calpestabile. La forma geometrica dell'edificio influisce sulla captazione della radiazione solare e sull'esposizione al vento: una compattezza maggiore indica una minore superficie esposta e così una inferiore possibilità di scambi energetici con l'ambiente.

Edifici alti risultano maggiormente snelli ed hanno più superficie esposta agli scambi energetici. Lo studio dell'ambiente prevede in primo luogo **l'individuazione della posizione geografica** che ci permette di collocare il sito in questione sul globo terrestre e di determinare il soleggiamento attraverso l'azimut e l'altezza del sole. Inoltre ci fornisce l'altimetria del sito sul livello del mare fondamentale per la progettazione nei pressi di zone fluviali, marine o zone montane.

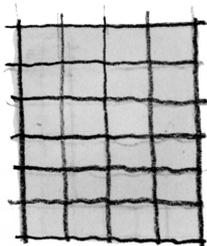
La **fascia climatica di appartenenza** ci consente di poter programmare il microclima dell'edificio e di individuare il clima locale, influenzati dalle caratteristiche del luogo. L'ambito architettonico prevede più semplicemente una suddivisione in quattro tipi di clima: clima freddo, clima temperato, clima caldo secco e clima caldo umido.

La **morfologia del luogo** ci consente di determinare la posizione dei rilievi, la clivometria, ovvero la pendenza rispetto all'orizzontale, connessa alla radiazione solare incidente sulla superficie inclinata e alle ombre dell'edificio.

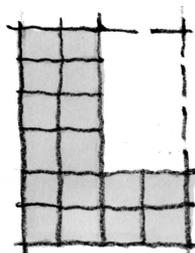
I **parametri meteorologici**, senza entrare nel merito, quali la temperatura, le precipitazioni, la pressione atmosferica, l'umidità relativa, lo stato del cielo, il regime dei venti e, infine, la radiazione solare.

Infine, gli **elementi del luogo** influenzano il microclima locale come il suolo ai fini della porosità e della riflessione dei raggi solari, il verde che scherma dal sole e dal vento, la presenza di acqua per gli effetti di raffreddamento tramite l'evaporazione e l'ambiente costruito, che influenza attraverso la posizione, la densità e l'altezza, gli edifici limitrofi.

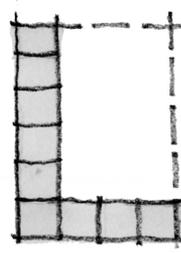
Compattezza



MOLTO COMPATTO



MEDIO



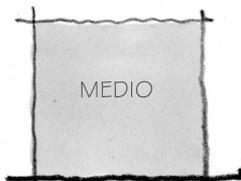
POCO COMPATTO

Snellezza

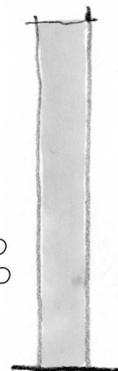
POCO  
SNELLO



MEDIO



MOLTO  
SNELLO



## Orientare l'edificio

La ricerca del corretto orientamento di un edificio ha molti precedenti storici. Il movimento moderno propone negli anni '20 l'**asse eliotermico**, ad opera di Rey, Bard e Pidoux. Il fine è quello di assicurare ai due fronti principali dell'edificio, fortemente allungato, una uguale intensità della radiazione solare e della temperatura esterna.

L'asse eliotermico è così spostato di 19° rispetto alla direzione **N-S** verso la direzione **N-E/S-O**.

Successivamente, negli anni '40, Vinaccia ha sviluppato questo approccio, proponendo un orientamento secondo l'**asse equisolare**, orientato all'incirca **N-E/S-O** con un angolo variabile con l'asse **E-O**, per ottenere un bilanciamento dell'effetto eliotermico su quattro fronti.

Purtroppo i tentativi di ricondurre alla "simmetria" gli spazi e i loro apporti termici deve confrontarsi con l'anisotropia della radiazione solare e il suo mutare nel tempo.

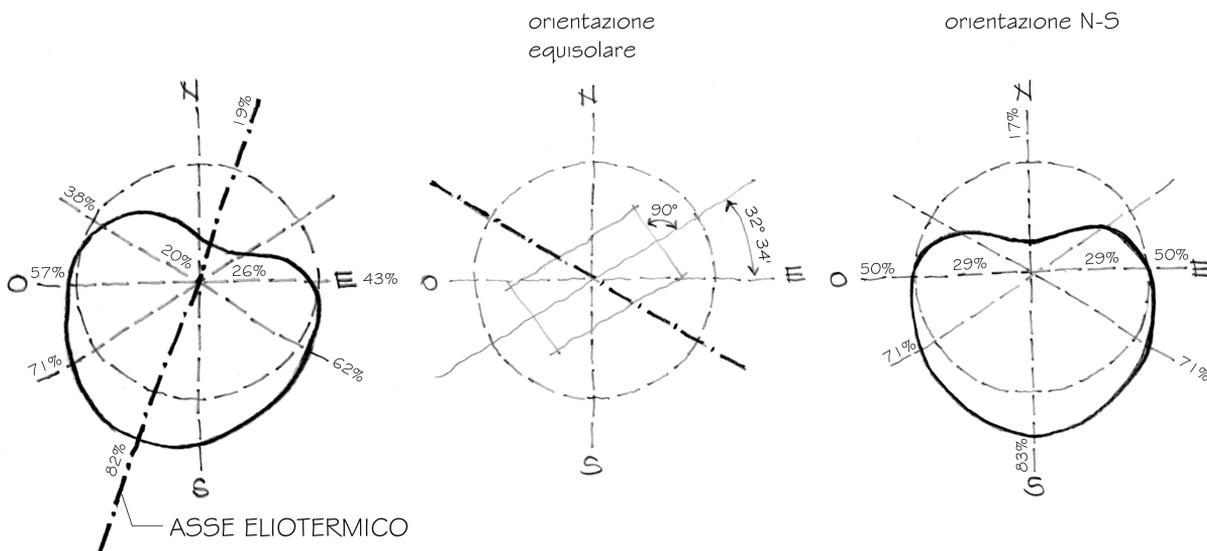
Oltretutto gli edifici dovrebbero essere di forma allungata e avere i fronti nord e sud molto ridotti. Così il lato rivolto a sud, principale superficie di acquisizione energetica, sarebbe sminuito.

Infine Olgay, negli anni '60, opera una sintesi degli approcci precedenti e individua le principali superfici intorno a est-ovest con ampie pareti esposte a sud.

L'orientamento migliore, secondo Marsh, si ottiene cercando di perseguire tre fondamentali strategie: massimizzare l'energia captata nei mesi invernali, minimizzare quella ricevuta nei mesi estivi o trovare un compromesso tra i due estremi.

### Come orientare un edificio?

L'orientamento dell'edificio avviene dopo l'individuazione delle parti dell'area investite maggiormente dalla radiazione solare e il collocamento sarà nella parte nord di tale zona. Anche la clivometria influenza il posizionamento, infatti maggiore è la pendenza e minore sarà il soleggiamento degli spazi aperti.



Il corretto orientamento dell'edificio e, soprattutto, l'adeguata disposizione degli ambienti interni consente di avere un edificio energeticamente efficiente.

Tutto ciò permette di minimizzare l'uso di impianti. Generalmente il posizionamento di un edificio all'interno di un lotto avviene in funzione delle normative edilizie e al maggior sfruttamento possibile del suolo edificabile.

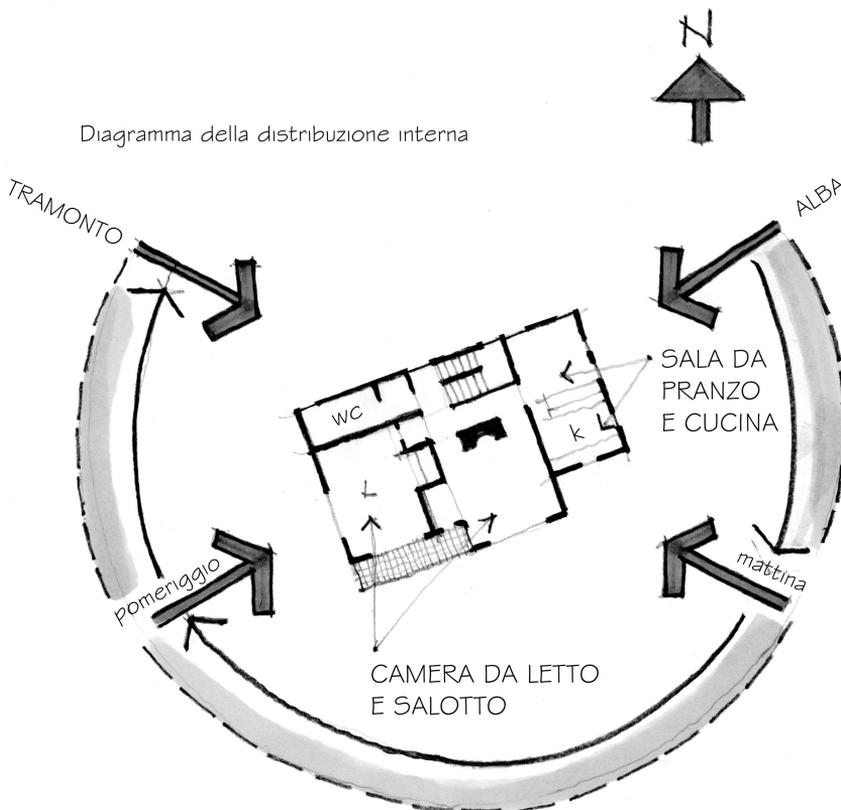
Tuttavia i due principali fattori da considerare per orientare l'edificio sono il sole ed il vento. Lo sviluppo prevalente dell'edificio dovrà essere lungo l'asse E-O, nei climi temperati, tenendo conto che le superfici rivolte a nord saranno chiuse mentre quelle rivolte a sud saranno maggiormente aperte.

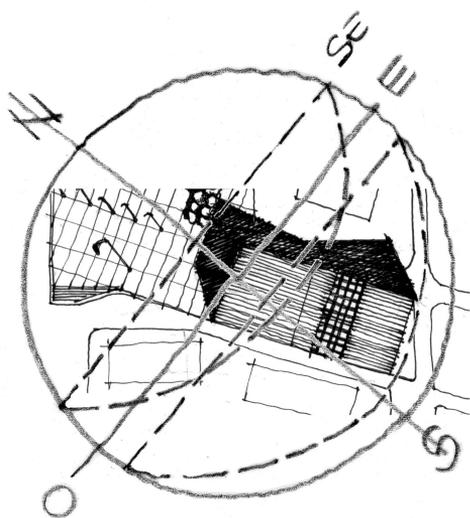
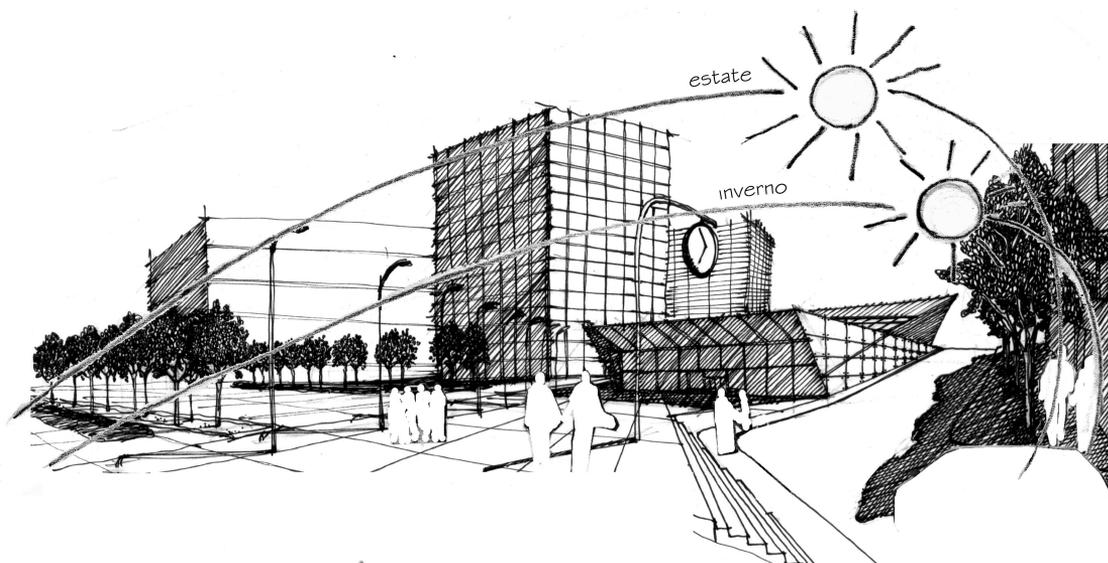
Bisognerà tener conto, oltre che alla dispersione del calore, anche alle necessità di illuminazione. Gli ambienti con maggiori esigenze di comfort e più lunghi tempi di soggiorno potranno essere esposti a sud, privilegiando il S-E per le camere da letto ed il S-O per gli spazi di studio utilizzati maggiormente nel pomeriggio grazie alle tonalità del sole meridiano.

I spazi serventi (garage, depositi, ripostigli) con fruizione non continua e che non necessitano di riscaldamento, possono essere esposti a nord, come spazi filtro.

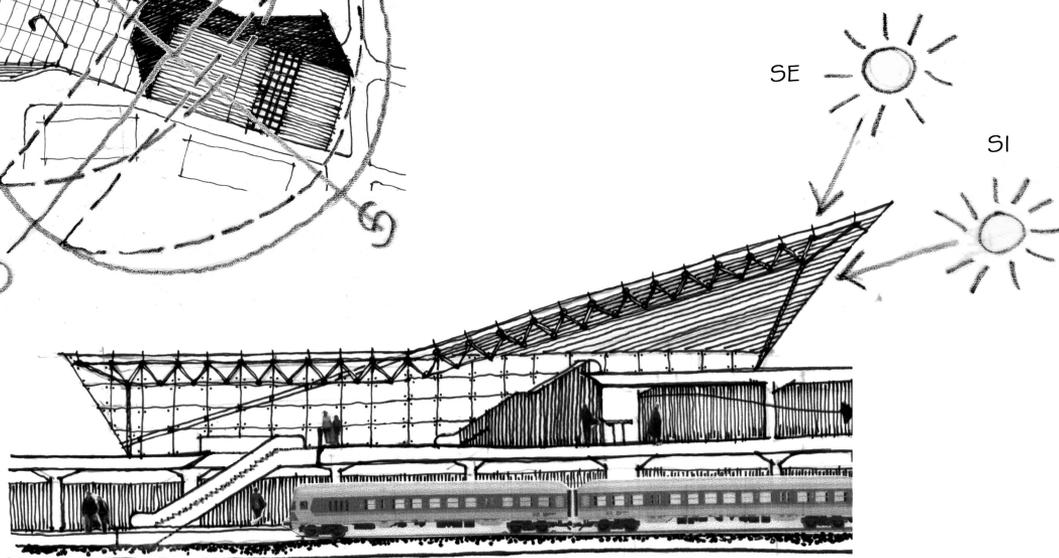
La sola norma di orientare prevalentemente a sud gli ambienti non è di per sé sufficiente, infatti, è basilare comprendere l'uso di elementi risolutivi, come serre, lucernai, ecc, che permettono di sfruttare il guadagno solare diretto.

Tuttavia l'orientamento dei locali dove si passa la maggior parte del tempo è preferibile verso sud-est, sud o sud-ovest.





L'orientamento dell'edificio è tale da assicurare la maggiore illuminazione naturale in inverno, quando il sole è più basso sull'orizzonte, ma al contempo, grazie alla copertura inclinata, consente di schermarlo in estate dal soleggiamento diretto.



La piccola stazione di Rubi è solo di transito e ha nel suo intorno alti edifici isolati. Questi vincoli hanno portato i progettisti a collocare l'edificio sul punto più alto, per minimizzare le possibili ombreggiature indesiderate. I prospetti sono concepiti come il prolungamento del pendio. L'intento principale dell'intervento è quello di ridefinire l'identità dell'area attraverso la stazione di questa città-dormitorio.

Arderiu e Morato Architectes, *Stazione di Rubi*, Barcellona

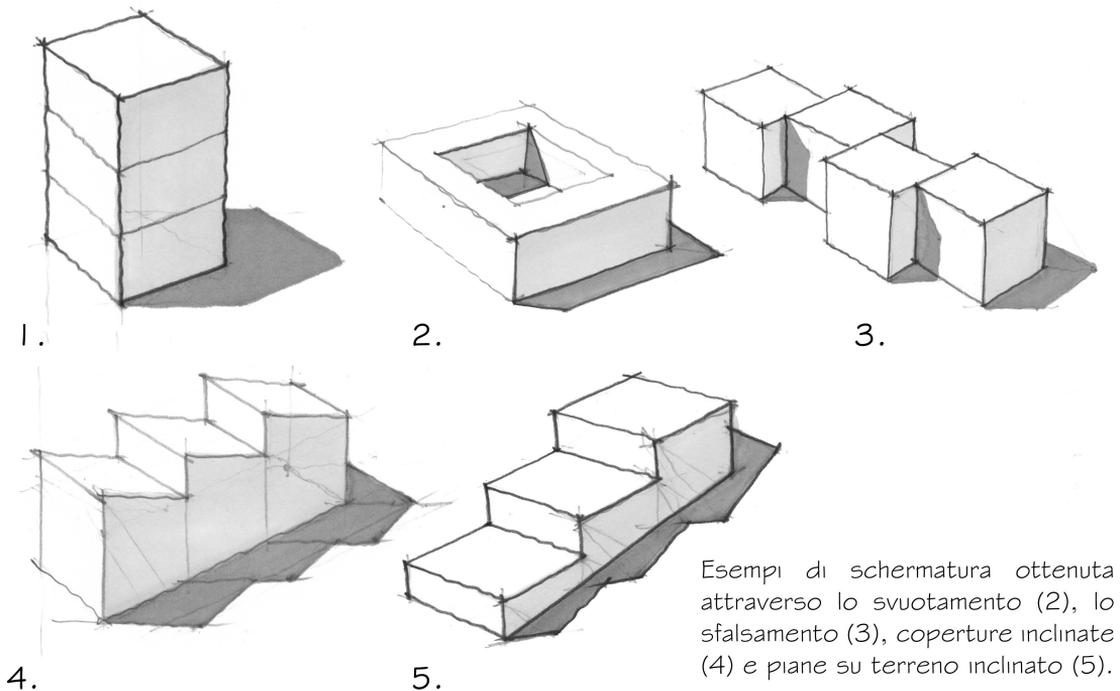
## LE STRATEGIE PROGETTUALI

### Schermature solari e Superfici vetrate

La valutazione dell'ombreggiatura su pareti opache/vetrate è importante sia per lo studio di eventuali dispositivi solari passivi, che per valutare il comportamento termico dell'edificio in assenza di impianti.

Le caratteristiche direzionali della radiazione solare servono per dimensionare gli schermi verticali/orizzontali che, tramite l'ombreggiatura di parte dell'involucro esterno, consentono di limitare i carichi termici trasmessi all'interno dell'edificio.

La protezione dell'edificio dai raggi solari può avvenire tramite vari sistemi di ombreggiamento, che possono essere legati alla morfologia di base dell'edificio, come aggetti, sfal-



samenti e tipologia, elementi installati successivamente e, infine, elementi vegetazionali. La loro efficacia dipende dal materiale utilizzato, dalla posizione e dalla tipologia del sistema adottato.

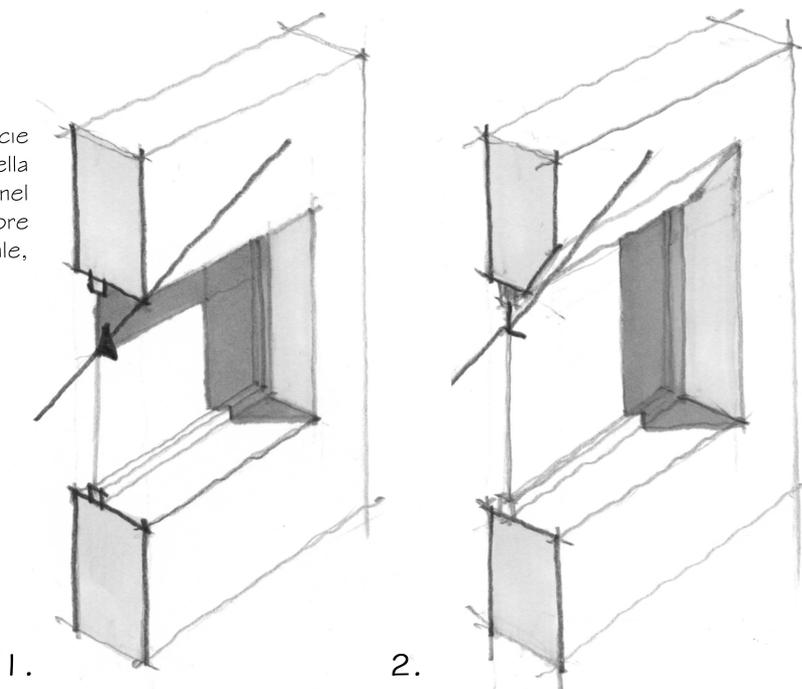
Questi elementi possono essere orizzontali o verticali, fissi o mobili.

Gli elementi orizzontali sono perlopiù utilizzati su pareti disposte verso sud; il loro comportamento è simmetrico rispetto ai solstizi, quindi dimensionarlo per una stagione significa che è inefficace nell'altra.

Le pareti rivolte ad est e ad ovest sono difficili da proteggere con elementi orizzontali poiché il sole è basso rispetto all'orizzonte sia in estate che in inverno, così che gli aggetti non gli impediscono di entrare, mentre i frangisole verticali sono gli elementi schermanti più adeguati.

Le schermature devono impedire l'irraggiamento della superficie nella stagione calda ma

Schermatura della superficie vetrata in funzione della sezione dell'apertura: nel primo caso la parte superiore della finestra è orizzontale, nel secondo è inclinata.



consentirla in inverno.

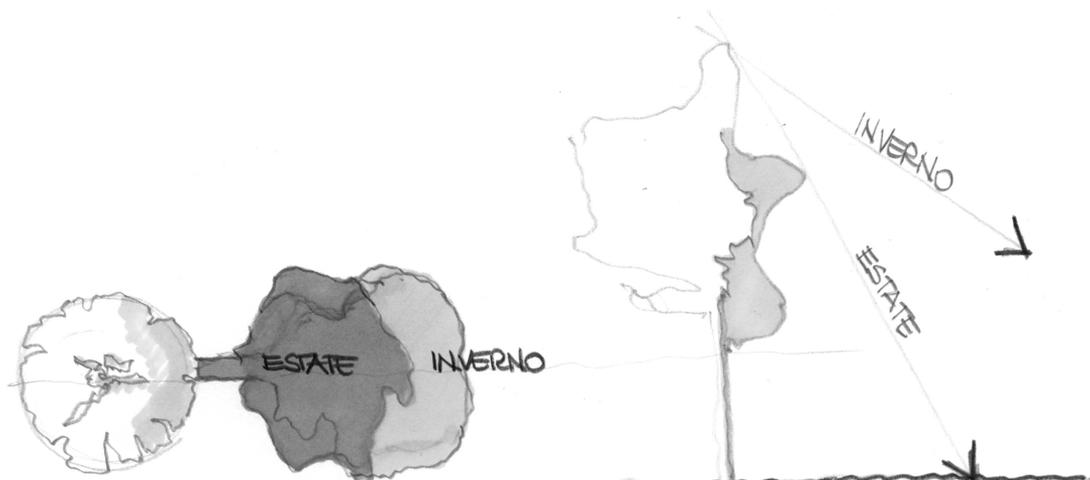
Un'apertura a sud, provvista di aggetto, lascia passare i raggi solari (inclinati) durante l'inverno, ma non lascia passare i raggi (più o meno inclinati) durante l'estate.

Le schermature dell'edificio come abbiamo detto possono essere anche effettuate da alberature la cui ombra cade su parti dell'edificio.

Questa ombreggiatura è legata alle stagioni, al tipo di essenza impiegata e alla relativa età. La forma della chioma determina l'estensione e la morfologia dell'ombra, mentre la densità del fogliame determina il tipo di ombreggiatura più o meno schermante.

Ancora di tipo vegetazionale, ma su supporto antropico, è il cosiddetto pergolato.

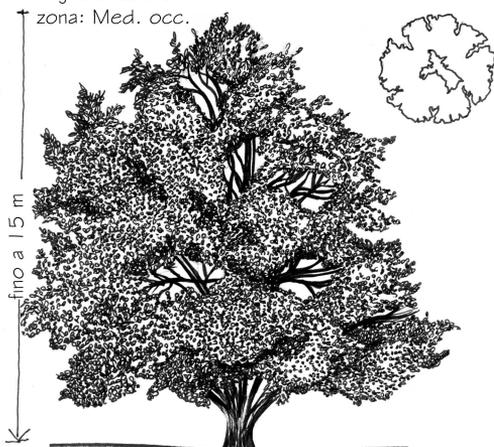
Le essenze utilizzate in questo caso sono le rampicanti che vanno a mitigare l'irraggiamento; vengono in genere addossate direttamente alle superfici verso sud dove intercet-



## ABACO DELLE ESSENZE

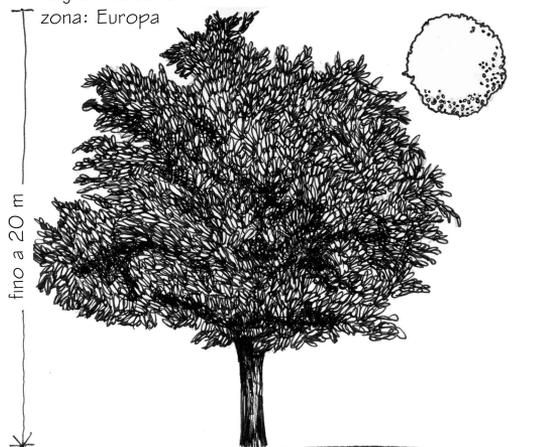
## ACERO

foglie: caduche  
zona: Med. occ.



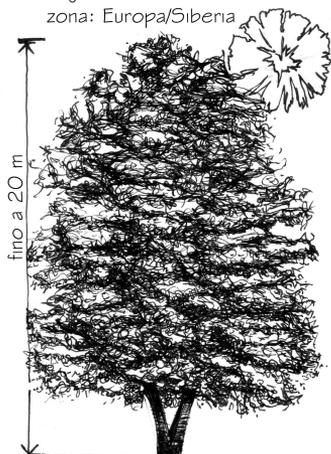
## CILIEGIO

foglie: caduche  
zona: Europa



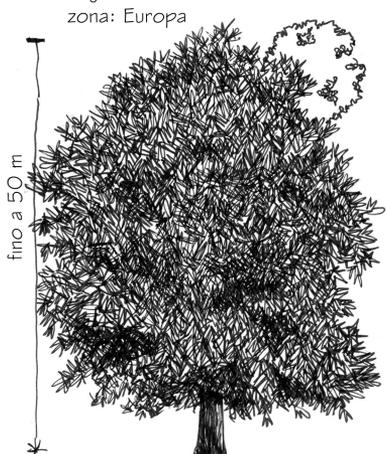
## BETULLA

foglie: caduche  
zona: Europa/Siberia



## PLATANO

foglie: caduche  
zona: Europa



L'ombreggiatura dell'edificio da parte degli alberi deve essere progettata.

Tutte le superfici erbose contribuiscono alla diminuzione dell'assorbimento della radiazione solare e tutte le aree verdi, grazie agli effetti evaporativi sono in grado di abbassare la temperatura.

Gli alberi da preferire sono quelli a foglia caduca, che schermano l'edificio in estate, ma non impediscono l'apporto termico invernale.

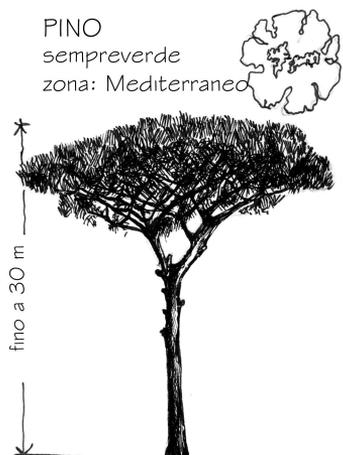
La scelta del tipo di essenza da adottare dovrebbe, in primo, ricadere su quelle autoctone e dipendere dal tipo di clima e di suolo.

Il tipo di ombra che viene generata dipende dalla chioma: il platano e l'acero, che hanno chiome sferiche, producono ombre pressoché circolari, mentre il pino ed il cipresso proiettano ombre di forma allungata.

L'utilizzo di sempreverdi è consigliabile quando si vogliono bloccare i venti invernali.

## PINO

sempreverde  
zona: Mediterraneo

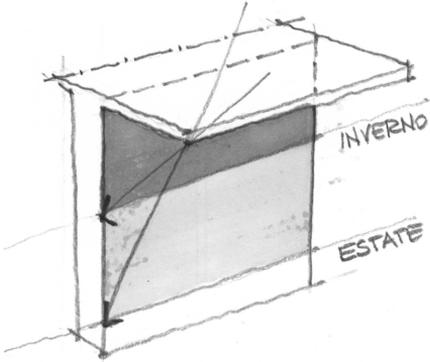


## GINEPRO

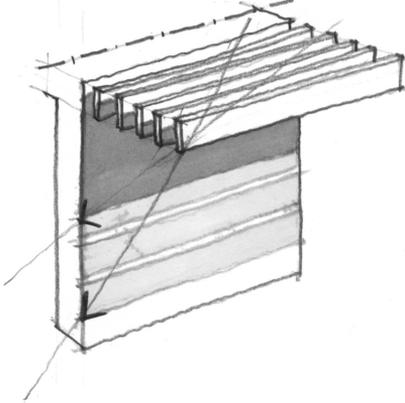
sempreverde  
zona: Europa



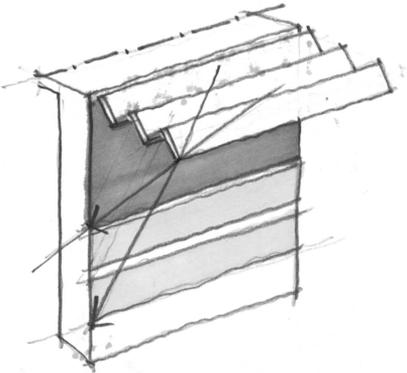
1. Tettoia



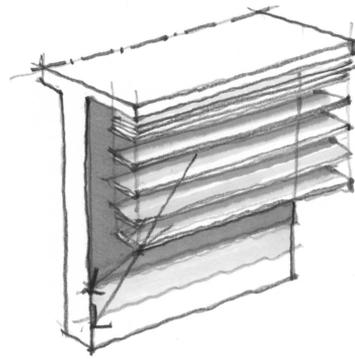
2. Brise-Soleil a lame verticali



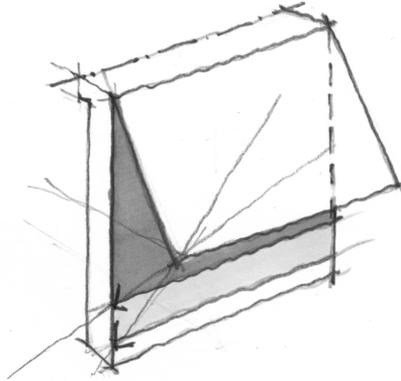
3. Brise-Soleil a lame inclinate



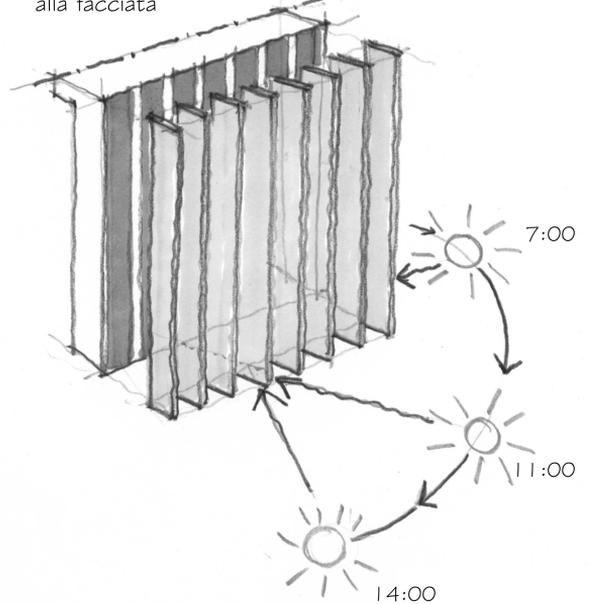
4. Brise-Soleil / veneziana a lame orizzontali



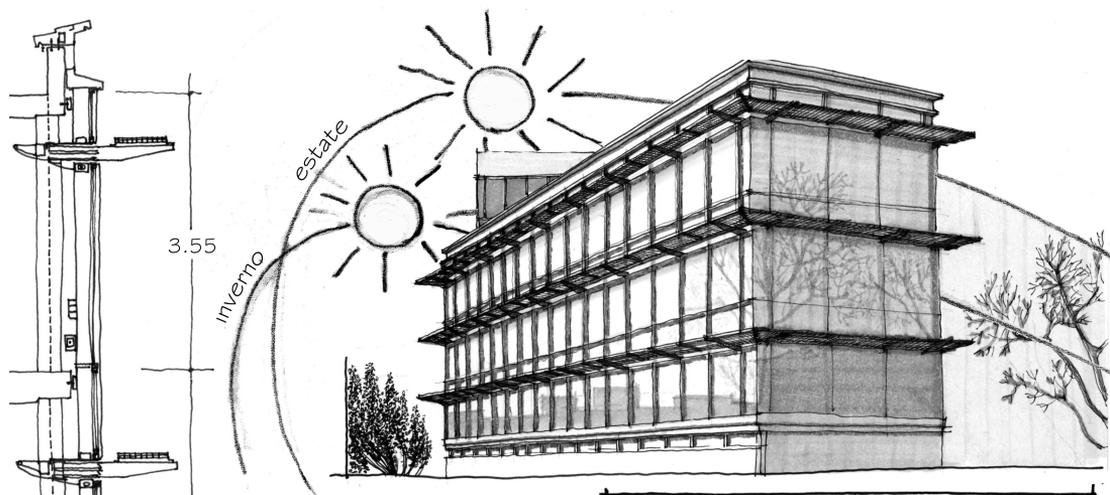
5. Tenda da sole



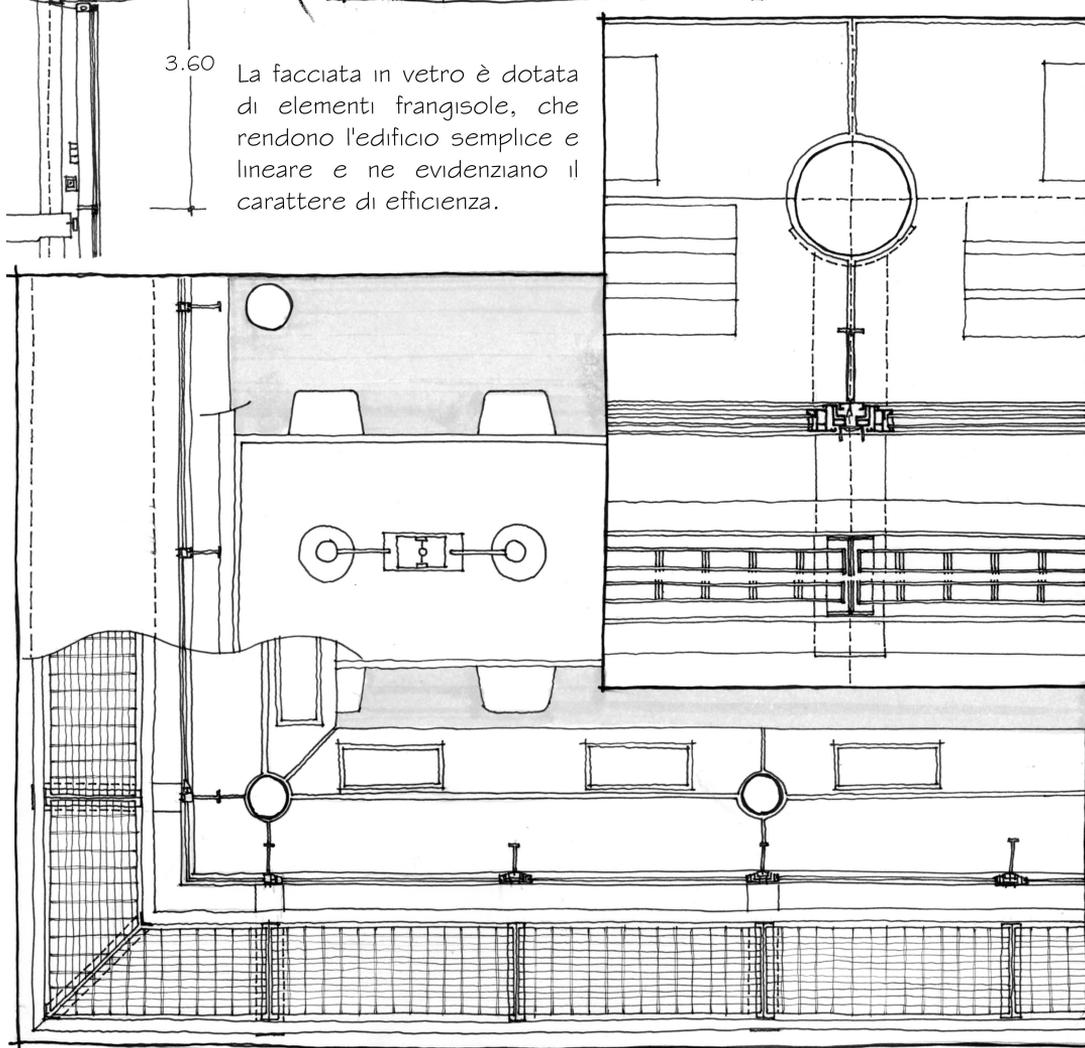
6. Brise-Soleil a lame verticali perpendicolari alla facciata



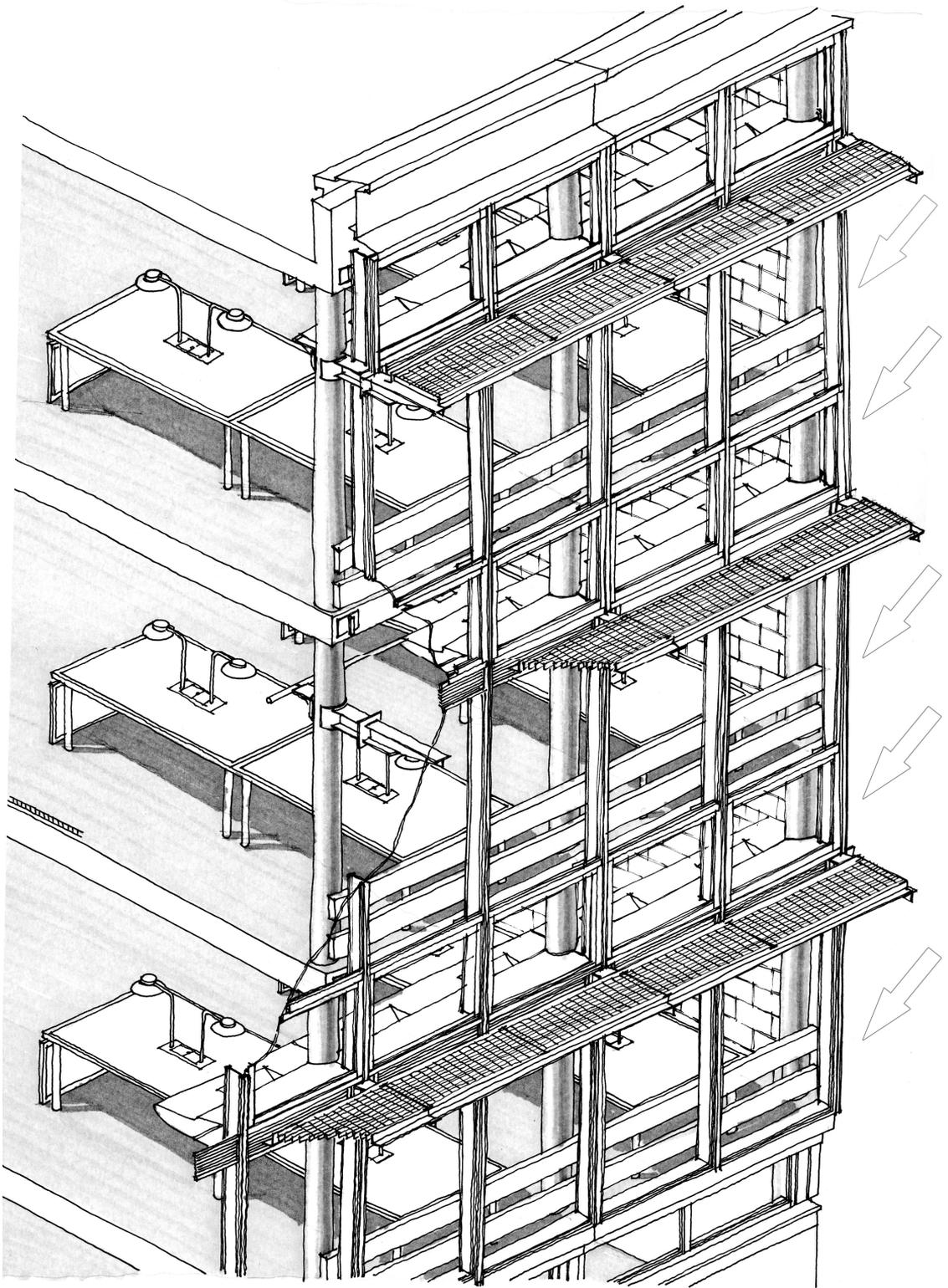
Schemi delle principali configurazioni di schermature e ombreggiatura in estate ( $67^\circ$ ) e in inverno ( $23^\circ$ )



3.60 La facciata in vetro è dotata di elementi frangisole, che rendono l'edificio semplice e lineare e ne evidenziano il carattere di efficienza.



Long e Kentish, *Ampliamento della biblioteca universitaria*, Brighton, 1996



Long e Kentish, *Ampliamento della biblioteca universitaria, Brighton, 1996*

tano direttamente i raggi solari oppure sostenute dalla struttura del pergolato.

Le schermature interne sono le meno efficaci poiché trasmettono all'interno dei locali il calore per irraggiamento e per convezione. Anche il vetro può essere un valido strumento di controllo: i vetri riflettenti per diminuire l'apporto e quelli termo-assorbenti per incrementarlo.

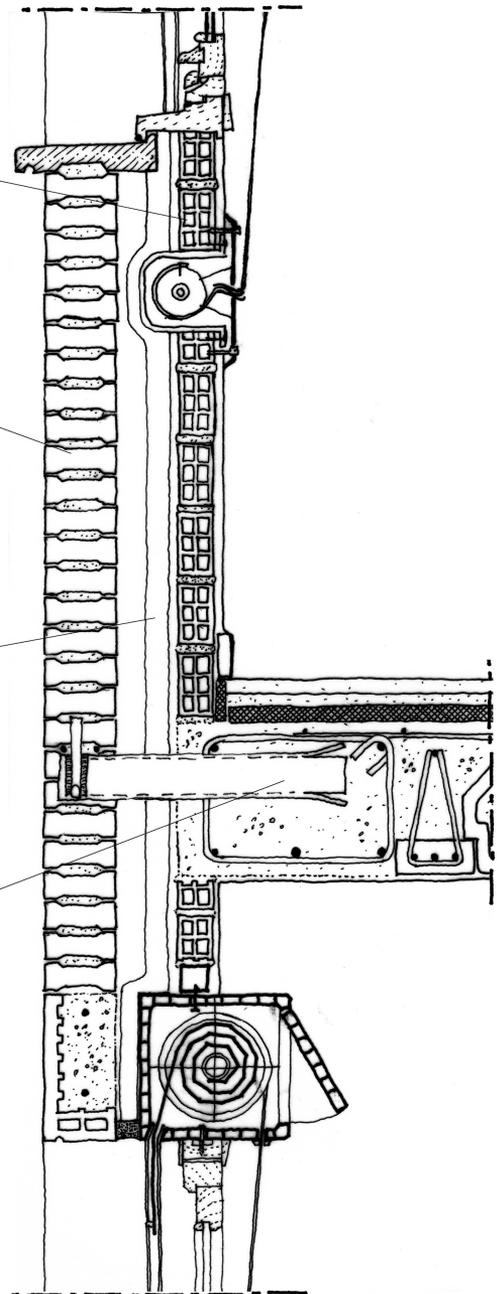
Le pareti possono ridurre gli apporti energetici estivi trasmessi attraverso il perimetro scegliendo accuratamente forma, dimensioni e materiali. Il rivestimento esterno è assicurato alla struttura portante e da questa opportunamente distanziato (10-15 cm), così da realizzare un'intercapedine, aperta sull'ambiente esterno, attraverso la quale l'aria possa

ELEMENTO FORATO  
MINIMO 10 cm  
GIUNTATO CON  
MALTA ACRILICA

LATERIZIO FACCIAVISTA  
CON BORDO IN CLS  
RISALTATO ISTRIATO,  
NELLA PARTE INFERIORE  
FORMA UNA CAMERA  
D'ARIA PER LA  
VENTILAZIONE

ISOLANTE TERMICO DI  
PROTEZIONE IN FIBRA  
DI VETRO O  
POLIUTERANO RIGIDO

MENSOLA D'ACCIAIO  
PER INNESTO PARETE  
(TIPO E CALIBRO IN  
FUNZIONE DELL'ALTEZZA  
E DEL CARICO)



Facciata ventilata rivestita

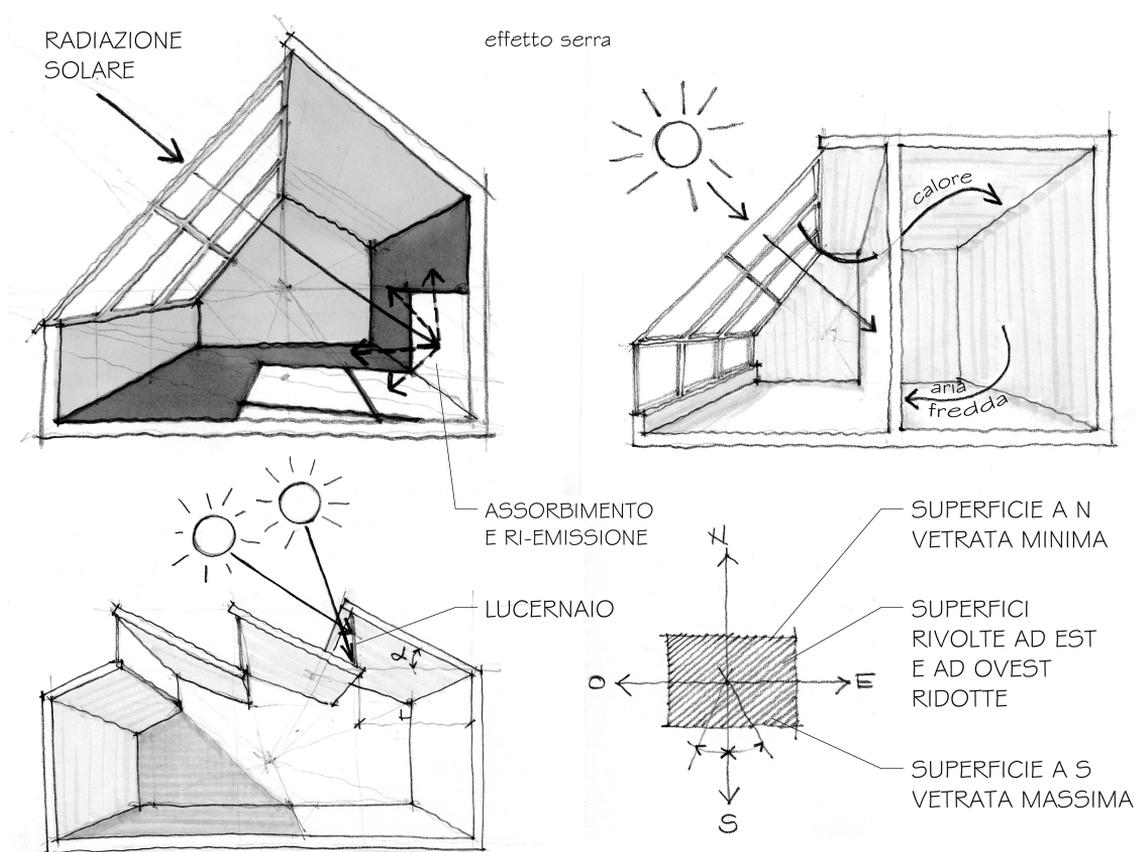
fluire per convezione naturale o in certi casi anche forzata.

Le superfici vetrate prediligono un orientamento verso sud e si proteggono durante la notte per evitare le fughe di calore.

Tutte le superfici, trasparenti o opache, colpite dalla radiazione solare in assenza di uno strato isolante, trasmettono il calore all'interno.

L'effetto serra è un fenomeno presente in ambienti delimitati da superfici vetrate; la radiazione investe le superfici e penetra nell'edificio dove viene assorbita dalle pareti opache e riemessa come radiazione infrarossa, così da rimanere intrappolata all'interno dell'ambiente.

Le verande a serra consentono di incamerare la radiazione solare invernale e, una volta aperte e ventilate, possono agire da filtro estivo con l'esistenza degli aggetti. La struttura della serra funziona da accumulatore termico invernale.



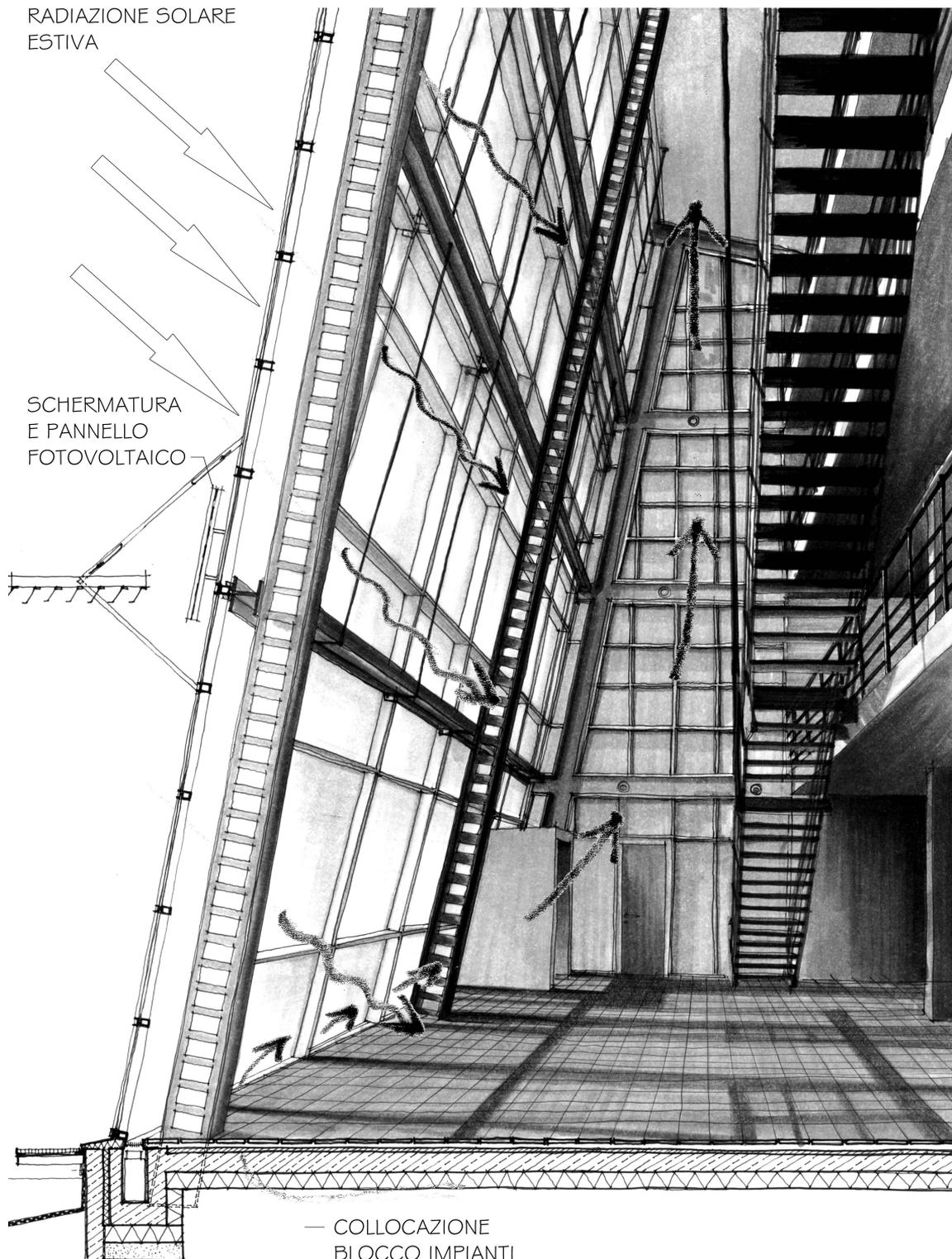
$\alpha$  è l'angolo di inclinazione del tetto che sarà uguale all'altezza massima del sole nel solstizio d'inverno.

L dipende dall'altezza alla quale è posizionato  
 $L = 1,5 h$ .

L'orientamento delle superfici vetrate in genere avviene secondo lo schema soprastante.

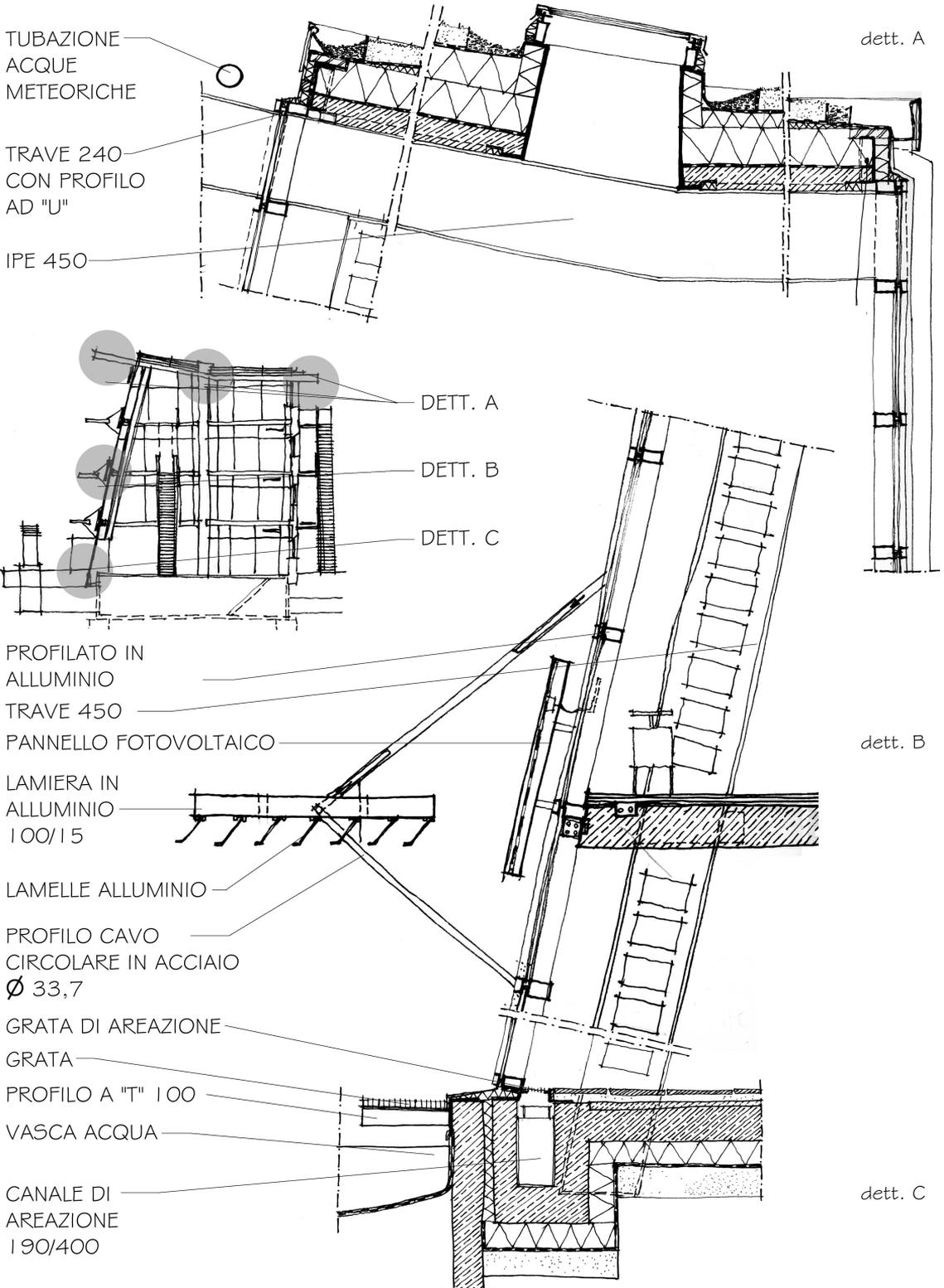
RADIAZIONE SOLARE  
ESTIVA

SCHERMATURA  
E PANNELLO  
FOTOVOLTAICO

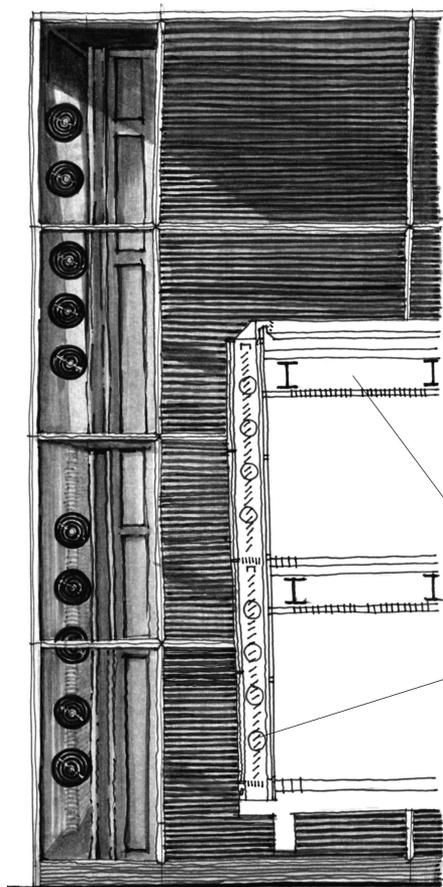


— COLLOCAZIONE  
BLOCCO IMPIANTI

Gruppe 4 plus, Edificio amministrativo, Speyer, 1997



Gruppe 4 plus, Edificio amministrativo, Speyer, 1997



L'edificio di due piani trova la sua espressione nell'atrio, nucleo energetico del complesso, dove troviamo applicati alcuni dei principi base di una progettazione bioclimatica: il contributo energetico è assicurato da un fitto impianto di alberi, uno specchio d'acqua e da una copertura mobile in vetro.

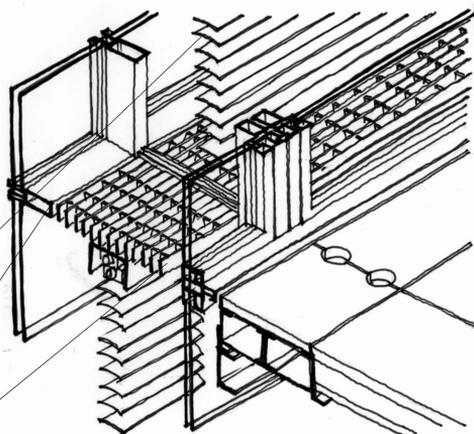
L'involucro, elemento essenziale del progetto energetico, è pensato come un cuscinetto climatico.

La facciata, a doppio guscio, è indipendente davanti alla struttura portante alla quale è assicurata soltanto dalle solette.

L'edificio risulta così a basso consumo energetico con un elevato comfort per le postazioni di lavoro.

SOFFITTO APPESO

VENTILATORE



VENEZIANA DI LAMELLE DI METALLO LEGGERO PERFORATE

TELAIO IN ALLUMINIO A TAGLIO TERMICO

GRIGLIA DI ALLUMINIO

COPERTURA MOBILE

