

Ceccherini Nelli Lucia; D'Audino Eugenio; Trombadore Antonella

Schermature solari. In appendice: schermature fotovoltaiche.

(ISBN: [8860552176](https://www.isbn.it/9788860552174)) I S B N : 9788860552174

Firenze, 2007; br., pp. 420, ill. b/n e col., cm 19,5x27.

(Manuali). collana: Manuali

Alinea

Alcuni capitoli del volume sono disponibili on-line sul sito web:

http://books.google.it/books?id=_ZOmESLfq8MC&printsec=frontcover&hl=it#v=onepage&q&f=falseA

Il presente volume è un manuale tecnico per la progettazione di schermature solari, sia interne che esterne agli edifici. Il manuale offre una varietà di esempi di applicazioni in modo da favorire i progettisti nella scelta del sistema di schermatura ottimale, che può variare secondo l'orientamento ed i parametri climatici del sito. La progettazione dei frangisole deve valutare tutte le variabili che l'effetto di schermatura necessita nell'edificio, a questo proposito saranno analizzati, oltre che i sistemi di schermatura tradizionali anche quelli più innovativi, integrazione del fotovoltaico, schermi solari e sistemi di isolamento semitrasparente. Una interessante schedatura di edifici, che hanno installato sistemi di schermatura, consentirà di approfondire i sistemi tecnologici comunemente utilizzati e quelli realizzati per speciali progettazioni. La vegetazione ricopre un ruolo molto importante per la schermatura degli edifici, offrendo molteplici soluzioni: barriere frangivento, pergolati rampicanti, alberature a foglia caduca ed infine i tetti verdi. Nell'ambito di un corretto dimensionamento saranno verificate le ombre con modelli manuali di calcolo oppure con il software allegato Helios, è un programma in grado di definire in modo corretto e veloce il diagramma solare per la località scelta e realizzare una simulazione di ombreggiamento sugli edifici. Insieme ad Helios sono stati aggiunti altri due software "Geo" e "Sole", il primo calcola la latitudine in tutte le città del mondo mentre l'altro calcola il fattore di soleggiamento giornaliero per tutte le stagioni. Infine nel manuale sono state realizzate delle schede sulla produzione industriale su diverse tipologie di schermature, utilizzando diversi materiali.

SOMMARIO Introduzione - Marco Sala

1. RIFERIMENTI PROGETTUALI **Lucia Ceccherini Nelli** _____ pag 13
 - 1.1 Analisi Storica dei Sistemi di Schermatura
 - 1.2 L'influenza del sito e della forma dell'edificio sul controllo della radiazione solare
 - 1.3 Il ruolo delle schermature nel progetto architettonico
 - 1.4 Il disegno delle aperture nei diversi climi
 - 1.5 Forma e orientamento dei sistemi di schermatura

2. TIPOLOGIE E PRESTAZIONI **Antonella Trombadore** _____ pag 39
 - 2.1 Schermature Fisse
 - 2.2 Schermature Mobili
 - 2.3 Schermature Interne
 - 2.4 Schermature Esterne
 - 2.5 Strutture a sbalzo, Setti verticali e Griglie in calcestruzzo
 - 2.5.1 Dimensionamento di schermature per le finestre esposte a sud
 - 2.5.2 Schermature per finestre esposte ad est ed ovest
 - 2.6 Frangisoli metallici
 - 2.7 Modulatore solari
 - 2.8 Portelloni, Persiane, Tende
 - 2.9 Frangisole fissi con sistema fotovoltaico integrato
 - 2.10 La finestra intelligente

3. SCHERMATURE E DAYLIGHTING **Antonella Trombadore** _____ pag 69
 - 3.1 Perché il daylighting
 - 3.2 Schermi riflettori
 - 3.2.1 La mensola riflettente - Light shelf
 - 3.3 Sistemi di schermature per lucernari
 - 3.3.1 Lucernari riflettenti (Skylight reflectors)

4. SCHERMATURE PER ESTERNO **Lucia Ceccherini Nelli** _____ pag 81
 - 4.1 Sistemi di schermatura per esterni
 - 4.1.1 Coefficiente di schermatura
 - 4.2 Le pensiline
 - 4.3 Progettazione del verde
 - 4.3.1. L'architettura e la natura
 - 4.3.2. La vegetazione
 - 4.3.3. Aspetti tecnologici
 - 4.4 Il giardino pensile
 - 4.5 Le coperture verdi
 - 4.5.1 Tipologie di verde pensile
 - 4.5.2 Aspetti ecologici
 - 4.6 Le alberature
 - 4.7 Uso della vegetazione per il risparmio energetico
 - Schede dei progetti

5. SCHERMATURE TRASPARENTI

Antonella Trombadore _____ pag 111

- 5.1 Componenti innovativi per il controllo della luce
- 5.2 Vetrate autoschermate
- 5.3 Vetri speciali
 - 5.3.1 Elementi ottico-olografici HOE
 - 5.3.2 Sistema "Okasolar"
- 5.4 I vetri colorati
- 5.5 Vetri riflettenti
- 5.6 Vetri a trasmissione variabile
 - 5.6.1 Vetri Fotocromatici
 - 5.6.2 Vetri Termocromatici
 - 5.6.3 Vetri Elettrocromatici
 - 5.6.4 Vetri a cristalli liquidi
- 5.7 Le pellicole (window film)
- 5.8 Frangisole in vetro (Glass louver): sistema trasparente di controllo della radiazione solare
- 5.9. Frangisole in vetro con applicazione di sistemi fotovoltaici
- 5.10 La persiana fotovoltaica

SCHEDE PRODOTTI

Antonella Trombadore e Eugenio D'Audino _____ pag 131

6. SISTEMI DI CONTROLLO

Lucia Ceccherini Nelli _____ pag 181

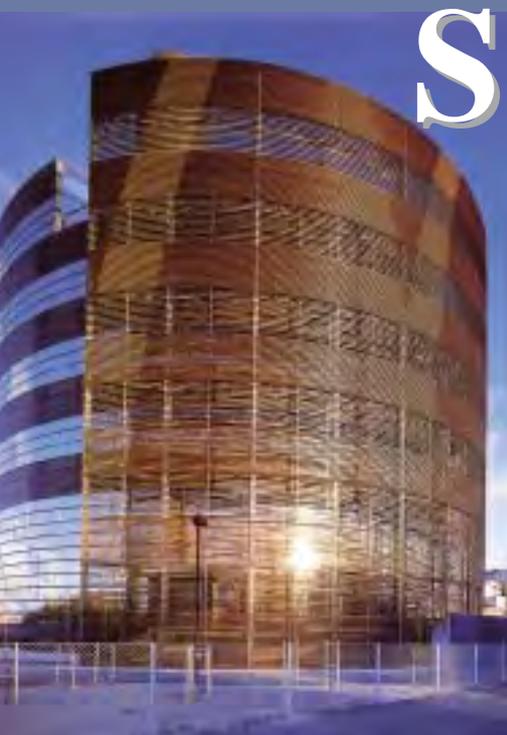
- 6.1 Alcune nozioni fondamentali di geografia astronomica
 - 6.1.1 Equinozi e solstizi
 - 6.1.2 Coordinate geografiche
 - 6.1.3 Declinazione e ascensione retta
 - 6.1.4 Angolo di altitudine
 - 6.1.5 Determinazione dell'altitudine e dell'angolo di Azimut
 - 6.1.6 Ora solare
 - 6.1.7 Calcolo delle ombre con i sistemi geometrici
 - 6.1.8 Diagramma del tracciato solare polare o cilindrico
 - 6.1.9 Diagramma del tracciato solare verticale
- 6.2 Calcolo delle ombre
 - 6.2.1 Angoli solari verticali e orizzontali
 - 6.2.2 Profilo degli angoli delle ostruzioni
 - 6.2.3 Classificazione geometrica dei tipi di elementi che creano ostruzione nell'ambiente costruito
 - 6.2.4 Tecniche per l'individuazione di ostruzioni distanti
 - 6.2.5 Il modello solare polare
 - 6.2.6 Heliodom
 - 6.2.7 Rilievo del profilo dell'orizzonte delle ostruzioni ai raggi solari sull'ambiente costruito
- 6.3 Analisi dei sistemi di schermatura nell'ambiente urbano
 - 6.3.1 Rilievo dei profili
 - 6.3.2 Modelli delle ombre

7. HELIOS	Lucia Ceccherini Nelli	pag 213
7.1 Il programma di calcolo delle ombre HELIOS		
7.2 Introduzione		
7.3 Come installare il programma		
7.3.1 Come utilizzare Helios		
7.4 Editare i parametri del modello		
7.5 Editare i parametri di schermatura		
7.6 Ottimizzazione dei files		
7.6.1 Comandi di riferimento		
8. MERCATO E PRODUZIONE	Eugenio D'Audino	pag 231
8.1 Analisi della produzione industriale ed evoluzione del mercato		
8.1.1 La produzione industriale		
8.1.2 Il mercato delle schermature		
8.1.3 Prodotti e Tipologie		
8.1.4 tecnologie ed Automatismi		
8.2 Certificazione dei componenti edilizi		
8.2.1 La Certificazione di qualità		
8.2.2 La Certificazione ambientale e l'etichettatura ecologica dei prodotti		
8.2.3 La certificazione energetica		
8.3 Conclusioni		
9. COMPONENTI IN PRODUZIONE	Eugenio D'Audino	pag 249
9.1 Premessa		
9.1.1 il sistema ad icone		
Schede dei prodotti		
10. PROGRAMMI DI SIMULAZIONE	Alain Paolo Lusardi	pag 295
APPENDICE		pag 341

Lucia Ceccherini Nelli
Eugenio D'Audino
Antonella Trombadore

SCHERMATURE

SOLARI



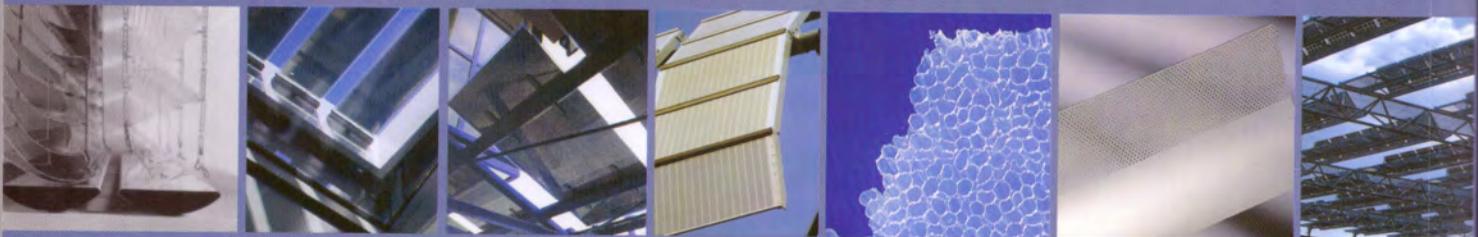
Nuova Edizione in allegato il volume
SCHERMATURE FOTOVOLTAICHE
e CDrom *Helios*

a cura di Marco Sala
contributi di Alain Paolo Lusardi

Il presente volume è un manuale tecnico per la progettazione di schermature solari, sia interne che esterne agli edifici. Il manuale offre una varietà di esempi di applicazioni in modo da favorire i progettisti nella scelta del sistema di schermatura ottimale, che può variare secondo l'orientamento ed i parametri climatici del sito. La progettazione dei frangisole deve valutare tutte le variabili che l'effetto di schermatura necessita nell'edificio, a questo proposito saranno analizzati, oltre che i sistemi di schermatura tradizionali anche quelli più innovativi, integrazione del fotovoltaico, schermi solari e sistemi di isolamento semitrasparente. Una interessante schedatura di edifici, che hanno installato sistemi di schermatura, consentirà di approfondire i sistemi tecnologici comunemente utilizzati e quelli realizzati per speciali progettazioni. La vegetazione ricopre un ruolo molto importante per la schermatura degli edifici, offrendo molteplici soluzioni: barriere frangivento, pergolati rampicanti, alberature a foglia caduca ed infine i tetti verdi. Nell'ambito di un corretto dimensionamento saranno verificate le ombre con modelli manuali di calcolo oppure con il software allegato *Helios*, è un programma in grado di definire in modo corretto e veloce il diagramma solare per la località scelta e realizzare una simulazione di ombreggiamento sugli edifici. Insieme ad *Helios* sono stati aggiunti altri due software "Geo" e "Sole", il primo calcola la latitudine in tutte le città del mondo mentre l'altro calcola il fattore di soleggiamento giornaliero per tutte le stagioni. Infine nel manuale sono state realizzate delle schede sulla produzione industriale su diverse tipologie di schermature, utilizzando diversi materiali.



Della stessa collana *Fotovoltaico in Architettura* (2007) Lucia Ceccherini Nelli, *EULEB European high quality Low Energy Buildings* (2007) Marco Sala e Lucia Ceccherini Nelli, *Illuminazione naturale e simulazioni energetiche* (2007) Giuseppina Alcamo, *Progettazione sostenibile* (2004) Paola Gallo, *Economia della sostenibilità* (2004) Lucia Ceccherini Nelli, *Impianto fotovoltaico integrato nell'edificio aule e biblioteca al Polo scientifico universitario di Sesto Fiorentino* (2004) Lucia Ceccherini Nelli.



€ 60,00

ISSN 978-88-6055-217-4



MANUALI DI ASSISTENZA TECNICA n 3.

© copyright Alinea Editrice s.r.l. Firenze 2000
50144 Firenze via Pierluigi da Palestrina 17/19 rosso
Tel +39 055/333428 Fax +39 .055/331013

© copyright Alinea Editrice s.r.l. Firenze 2007
Nuova edizione con in appendice SCHERMATURE FOTOVOLTAICHE

*tutti i diritti sono riservati:
nessuna parte può essere riprodotta in alcun modo
(compresi fotocopie e microfilms)
senza il permesso scritto dalla Casa Editrice*

e-mail ordini@alinea.it
<http://www.alinea.it>

ISBN 978-88-6055-217-4

Ringraziamenti

Si ringraziano vivamente tutti coloro che hanno partecipato alla pubblicazione di questo volume in particolare gli studenti di Tecnologia II degli anni accademici 1997/1999, che tramite ricerche didattiche hanno trovato materiale illustrativo. Un particolare ringraziamento andrà all'arch. Cettina Gallo dell'ENEA che ha contribuito alla realizzazione della parte storica con immagini tratte dal testo "Architecture and Energy". Si ringraziano Paola Gallo e Simone Secchi per il contributo scientifico alla ricerca ed inoltre Augusto Sini e Rossana Carradori, che hanno rielaborato e creato nuove immagini per il testo.

In copertina:
progetto grafico di Lucia Ceccherini Nelli

finito di stampare Ottobre 2007

d.t.p.: ALINEA EDITRICE s.r.l.
Stampa: Genesi Gruppo editoriale - Città di Castello (Perugia)

Lucia Ceccherini Nelli
Eugenio D'Audino
Antonella Trombadore

SCHERMATURE SOLARI

**Nuova Edizione con in appendice
SCHERMATURE FOTOVOLTAICHE
e CDrom *Helios***

a cura di Marco Sala
contributi di Alain Paolo Lusardi

Indice

Introduzione 9

Marco Sala

RIFERIMENTI PROGETTUALI 13

Lucia Ceccherini Nelli

- | | |
|-----|--|
| 1.1 | Analisi Storica dei Sistemi di Schermatura |
| 1.2 | L'influenza del sito e della forma dell'edificio sul controllo della radiazione solare |
| 1.3 | Il ruolo delle schermature nel progetto architettonico |
| 1.4 | Il disegno delle aperture nei diversi climi |
| 1.5 | Forma e orientamento dei sistemi di schermatura |

TIPOLOGIE E PRESTAZIONI 39

Antonella Trombadore

- | | |
|-------|---|
| 2.1 | Schermature Fisse |
| 2.2 | Schermature Mobili |
| 2.3 | Schermature Interne |
| 2.4 | Schermature Esterne |
| 2.5 | Strutture a sbalzo, Setti verticali e Griglie in calcestruzzo |
| 2.5.1 | Dimensionamento di schermature per le finestre esposte a sud |
| 2.5.2 | Schermature per finestre esposte ad est ed ovest |
| 2.6 | Frangisoli metallici |
| 2.7 | Modulatori solari |
| 2.8 | Portelloni, Persiane, Tende |
| 2.9 | Frangisole fissi con sistema fotovoltaico integrato |
| 2.10 | La finestra intelligente |

SCHERMATURE E DAYLIGHTING 69

Antonella Trombadore

- | | |
|-------|---|
| 3.1 | Perchè il daylighting |
| 3.2 | Schermi riflettori |
| 3.2.1 | La mensola riflettente - Light shelf |
| 3.3 | Sistemi di schermatur per lucernari |
| 3.3.1 | Lucernari riflettenti (Skylight reflectors) |

SCHERMATURE PER ESTERNO 81

Lucia Ceccherini Nelli

- 4.1 Sistemi di schermatura per esterni
 - 4.1.1 Coefficiente di schermatura
 - 4.2 Le pensiline
 - 4.3 Progettazione del verde
 - 4.3.1. L'architettura e la natura
 - 4.3.2. La vegetazione
 - 4.3.3. Aspetti tecnologici
 - 4.4 Il giardino pensile
 - 4.5 Le coperture verdi
 - 4.5.1 Tipologie di verde pensile
 - 4.5.2 Aspetti ecologici
 - 4.6 Le alberature
 - 4.7 Uso della vegetazione per il risparmio energetico
- Schede dei progetti*

SCHERMATURE TRASPARENTI 111

Antonella Trombadore

- 5.1 Componenti innovativi per il controllo della luce
- 5.2 Vetrate autoschermate
- 5.3 Vetri speciali
 - 5.3.1 Elementi ottico-olografici HOE
 - 5.3.2 Sistema "Okasolar"
- 5.4 I vetri colorati
- 5.5 Vetri riflettenti
- 5.6 Vetri a trasmissione variabile
 - 5.6.1 Vetri Fotocromatici
 - 5.6.2 Vetri Termocromatici
 - 5.6.3 Vetri Elettrocromatici
 - 5.6.4 Vetri a cristalli liquidi
- 5.7 Le pellicole (window film)
- 5.8 Frangisole in vetro (Glass louver): sistema trasparente di controllo della radiazione solare
- 5.9 Frangisole in vetro con applicazione di sistemi fotovoltaici
- 5.10 La persiana fotovoltaica

SCHEDE DEI PROGETTI 131

Antonella Trombadore e Eugenio D'Audino

STRUMENTI DI CONTROLLO 181

Lucia Ceccherini Nelli

- 6.1 Alcune nozioni fondamentali di geografia astronomica
 - 6.1.1 Equinozi e solstizi
 - 6.1.2 Coordinate geografiche
 - 6.1.3 Declinazione e ascensione retta
 - 6.1.4 Angolo di altitudine
 - 6.1.5 Determinazione dell'altitudine e dell'angolo di Azimut
 - 6.1.6 Ora solare
 - 6.1.7 Calcolo delle ombre con sistemi geometrici
 - 6.1.8 Diagramma del tracciato solare polare o cilindrico
 - 6.1.9 Diagramma del tracciato solare verticale
- 6.2 Calcolo delle ombre
 - 6.2.1 Angoli solari verticali ed orizzontali
 - 6.2.2 Profilo degli angoli delle ostruzioni
 - 6.2.3 Classificazione geometrica dei tipi di elementi che creano ostruzione nell'ambiente costruito
 - 6.2.4 Tecniche per l'individuazione di ostruzioni distanti
 - 6.2.5 Il modello solare polare
 - 6.2.6 Heliodom
 - 6.2.7 Rilievo del profilo dell'orizzonte delle ostruzioni ai raggi solari sull'ambiente costruito
- 6.3 Analisi dei sistemi di schermatura nell'ambiente urbano
 - 6.3.1 Rilievo dei profili
 - 6.3.2 Modelli delle ombre
- 6.3 Modelli delle ombre

HELIOS 213

Lucia Ceccherini Nelli

- 7.1 Il programma di calcolo delle ombre HELIOS
- 7.2 Introduzione
- 7.3 Come installare il programma
 - 7.3.1 Come utilizzare Helios

Indice

- 7.4 Editare i parametri del modello
- 7.5 Editare i parametri di schermatura
- 7.6 Ottimizzazione dei files
 - 7.6.1 Comandi di riferimento

MERCATO E PRODUZIONE 231

Eugenio D'Audino

- 8.1 Analisi della produzione industriale ed evoluzione del mercato
 - 8.1.1 La produzione industriale
 - 8.1.2 Il mercato delle schermature
 - 8.1.3 Prodotti e Tipologie
 - 8.1.4 Tecnologie ed Automatismi
- 8.2 Certificazione dei componenti edilizi
 - 8.2.1 La Certificazione di qualità
 - 8.2.2 La certificazione ambientale e l'etichettatura ecologica dei prodotti
 - 8.2.3 La certificazione energetica
- 8.3 Conclusioni

COMPONENTI IN PRODUZIONE 249

Eugenio D'Audino

- 9.1 Premessa
 - 9.1.1 Il sistema a icone
- Schede dei Prodotti*

PROGRAMMI DI SIMULAZIONE 295

Alain Paolo Lusardi

BIBLIOGRAFIA 325**APPENDICE 341**

Introduzione
a cura di Marco Sala

Introduzione

Nell'attuale panorama linguistico termini come "sostenibilità" - "architettura bioclimatica" - "bioarchitettura" sono largamente diffusi, oggetto di un consumo di massa, rischiando di perdere la loro connotazione sia per l'uso spesso improprio che ne fa la stampa non specializzata, sia per le personali interpretazioni riportate in molte pubblicazioni di settore, uscite sull'onda di una tendenza culturale.

La parola sostenibilità investe campi assai diversi, quali l'economia, la produzione, l'assetto del territorio e della città e naturalmente le tecnologie che vi sono alla base.

Sostenibilità si coniuga con ambiente, nella sua accezione più ampia, di ecosistema, diventando di conseguenza un importante catalizzatore, un nuovo modo di pensare, un nuovo approccio per costruire nel prossimo futuro.

Tenuto conto del grave stato di inquinamento sia dell'ambiente esterno delle nostre città che di quello interno delle nostre abitazioni, e' indispensabile che vengano riconsiderate le scelte progettuali, ponendo maggiore attenzione all'uso dei materiali e alle tecnologie costruttive da adottare per ottenere una migliore qualità dell'ambiente costruito sia dal punto di vista del contenimento energetico che nel rispetto del comfort abitativo. Questi temi sono attuali e pressanti, ma fino ad oggi non sono stati sufficientemente considerati e sviluppati in modo organico.

Sulla base dell'attività di ricerca sviluppata in ambito europeo e condotta attivamente negli ultimi anni dal gruppo degli autori, la presente pubblicazione si pone come un strumento tecnico per la progettazione di schermature solari nelle costruzioni, con la consapevolezza che esiste una reale esigenza di migliorare le prestazioni energetiche e ambientali degli edifici, muovendo passi avanti verso l'uso delle energie rinnovabili in architettura e puntando all'integrazione delle relative tecnologie nell'organismo edilizio.

La collocazione della pubblicazione nel contesto attuale

La tendenza, manifestatasi con chiarezza nei recenti confronti nazionali ed internazionali è quella di allargare il campo di interesse verso aspetti dimenticati o poco studiati, e soprattutto ampliare i termini della problematica energetica degli edifici interagendo con gli aspetti progettuali.

L'uso razionale dell'energia, dei componenti e dei materiali edilizi sostenibili riguarda tutte le realtà urbane: il superamento di queste problematiche, attraverso l'introduzione di principi e direttive finalizzate sia alle nuove progettazioni che alla riqualificazione energetica degli insediamenti urbani esistenti, avrà effetti sul loro sviluppo e determinerà nuovi programmi e nuove linee guida per la programmazione delle nostre città.

A livello internazionale il V Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo dell'Unione Europea, ha già delineato una nuova strategia intesa a definire, in uno spirito di condivisione delle responsabilità, le attività che intaccano le risorse naturali o l'ambiente: è una strategia che mira ad invertire le tendenze e le abitudini nocive per l'ambiente, in modo da migliorare la qualità della vita e dello sviluppo economico per la generazione attuale e per quelle future, ampliando la gamma di strumenti disponibili atti a modificare il comportamento degli operatori del settore.

Il gruppo di lavoro e l'esperienza accumulata

Così è scaturita la voglia di indagare le tipologie e prestazioni dei diversi sistemi di schermatura, valutando le possibilità offerte dalle varie scelte tecnologiche, i benefici energetici ma anche il miglioramento prodotto sul comfort interno degli ambienti ed il valore estetico e funzionale aggiunto all'edificio stesso.

Un'azione coordinata che ha coinvolto anche altre sedi universitarie (consorzio Interuniversitario ABITA fra gli atenei di Firenze, Roma La Sapienza, Politecnico di Milano, Napoli Federico II) con esperienze diffuse nel campo, scenari culturali e climi differenti, e che hanno contribuito significativamente al raggiungimento dell'obiettivo per lo svolgimento di questo lavoro.

La sede di Firenze - che ha coordinato queste ricerche - ha da tempo avviato una rete di connessioni universitarie in campo Europeo (TIA- Teaching in Architecture Energy and Environment World Network) che si è sviluppata intorno alle Conferenze del 1995 del 1997 e del 2000, confrontando problemi teorici e approcci progettuali ambientalisti nei diversi paesi europei, e sviluppando rapporti di collaborazione con vari Centri di Ricerca specializzati in questo settore.

Queste competenze sono maturate anche attraverso la partecipazione a specifiche ricerche europee finanziate dalla DG XII e dalla DG XVII su questi temi, come:

- la ricerca OFFICE (Programma Joule) finalizzata a sviluppare strategie globali, strumenti e linee guida per l'implementazione di misure di risparmio energetico negli edifici esistenti, in particolare negli edifici per ufficio.

- La ricerca UNI-AID (Programma Thermie) riguarda la diffusione dello stato dell'arte più avanzato nel campo delle tecnologie innovative per l'ambiente, attraverso l'organizzazione di 4 corsi di specializzazione postuniversitari nelle sedi di ABITA (Firenze, Milano, Napoli, Roma) in collaborazione con le Università di Oxford, Siviglia, Atene e Dublino.

Su questi temi il Dipartimento di Processi e Metodi della Produzione Edilizia ha anche organizzato diverse specifiche Conferenze Europee, come:

- Seconda e terza Conferenza Europea REBUILD The european cities of tomorrow, un evento supportato dalla European Commission Directorate General XVII a Firenze e a Barcellona
- V Congresso Internazionale WREN (World Renewable Energy Network) dedicato ad assistere e promuovere le applicazioni locali e globali dell'energia rinnovabile, la diffusione delle relative tecnologie e le opportunità internazionali di mercato sui progetti energetici.
- la rete HISTOCITY, che ha lo scopo di avviare attività di ricerca, formazione e diffusione sul tema delle Città d'Arte Europee, centrate sull'approccio integrato all'ambiente al fine di migliorare l'informazione, la comprensione e l'efficacia dei metodi e delle azioni di tutela, valorizzazione e sviluppo dei tessuti urbani storicizzati di particolare valore architettonico e artistico.

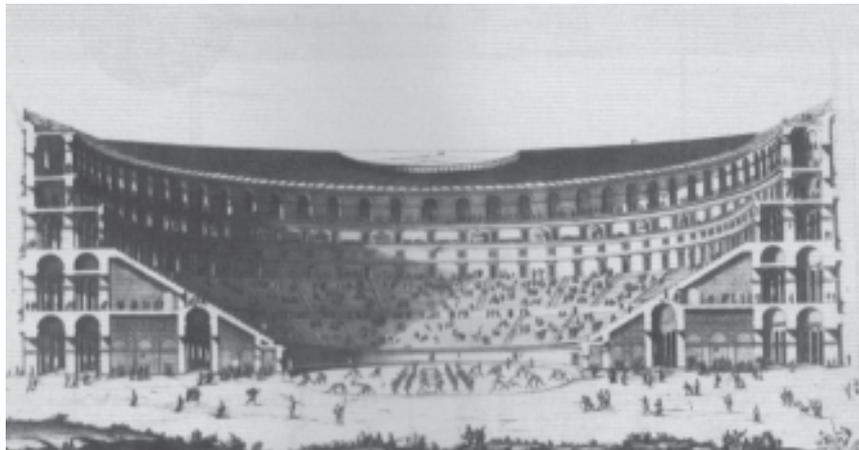
La utilizzazione scientifica, professionale, didattica

Questa pubblicazione, pensata come valido supporto per la formazione avanzata dei progettisti, è anche dedicata a tutti gli studenti e in particolare a coloro che vogliono approfondire i temi dell'architettura bioclimatica, del controllo delle prestazioni energetiche degli edifici, del delicato rapporto di armonia tra edificio e radiazione solare. In una progettazione sostenibile infatti anche luce entra in gioco come elemento fondamentale della progettazione, nella sua variazione di intensità, nella sua temperatura variabile, nelle sue ombre portate e nei suoi raggi radenti.

Oggi il costruire ecologico è un imperativo non fine a se stesso, ma rivolto all'utente finale: è una rivoluzione che si propone nei diversi campi della cultura architettonica, proponendo un approccio integrato e globale al progetto. Questo libro vuole essere il primo elemento di una collana più ampia di pubblicazioni che siano stimolo e risposta per una progettazione sostenibile, proponendo sistemi, metodi e materiali idonei per un minor impatto ambientale ed il minimo consumo di energia.

RIFERIMENTI PROGETTUALI

Lucia Ceccherini Nelli



1.1 Analisi Storica dei Sistemi di Schermatura

Il problema delle schermature era stato nel passato il frutto di una lunga esperienza, che spesso assumeva carattere spontaneo. Bisogna comunque riconoscere che alcune regole concernenti il clima erano state enunciate nell'antichità, come dimostra la lettura di Vitruvio, il grande architetto della civiltà romana che visse nel I secolo a.C. Da I dieci libri di architettura,

"(...) Gli edifici saranno ben situati se innanzi tutto si sarà tenuto conto dell'orientamento e delle inclinazioni del cielo sotto il quale si vuole costruire; infatti gli edifici devono essere costruiti in modo diverso in Egitto ed in Spagna, nel Regno del Ponto ed a Roma, sempre a seconda della posizione dei paesi, poichè ce ne sono di situati vicino al corso del sole, altri che ne sono distanti ed altri ancora che sono situati tra questi due estremi. Poichè la faccia del cielo è diversamente orientata a seconda dei vari luoghi, e a causa del rapporto che questi luoghi hanno con lo zodiaco e il corso del sole, bisogna disporre gli edifici secondo le diversità dei paesi e dei climi" (Libro VI, Capitolo I).

Per i teatri

" che bisogna fare attenzione che il teatro non sia esposto a mezzogiorno, in quanto i raggi del sole che rimangono rinchiusi nella cinta muraria riscalderebbero l'aria che vi è rimasta rinchiusa e che non può essere rimossa e ciò la renderebbe così ardente e infiammata da bruciare, cuocere ed essiccare interamente gli umori del corpo" (Libro V, Capitolo III)

E a proposito delle abitazioni,

" (...) Le stanze che servono per l'estate saranno rivolte verso il settentrione in quanto in questa posizione saranno costantemente rinfrescate e di abitabilità sana e gradevole non essendo affatto esposte all'ardore del sole, il cui calore è insopportabile, soprattutto durante il solstizio d'estate" (Libro VI, Capitolo VI).

Alla lettura di questi brani è possibile constatare la sensibilità verso la progettazione bioclimatica non è una tecnologia recente ma un fenomeno antico di 2000 anni ...

Fino dall'antichità si è cercato di creare ambienti protetti dall'irraggiamento solare diretto, ed i sistemi di schermatura degli edifici sono stati spesso campo di grande sperimentazione nei progetti architettonici. Il comfort termico e l'illuminazione naturale sono stati raggiunti, applicando spesso, agli edifici, dispositivi di design architettonico.

L'esigenza di utilizzare sistemi di schermatura è documentabile attraverso la storia sia nell'architettura classica che nell'architettura vernacolare, in edifici di una certa importanza storica e culturale fino a quelli con caratteristiche di minor pregio.

La maggior parte dei sistemi di schermatura hanno il duplice scopo di ombreggiare l'edificio e lo spazio esterno che lo circonda.

I portici, i colonnati dell'antica Grecia e quelli Romani certamente inglobano in se' questa duplice funzione.

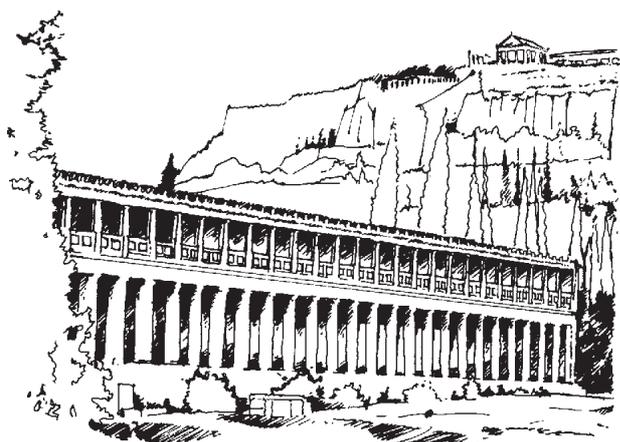
Ad esempio in America del sud l'architettura dell'antica Grecia ha influenzato notevolmente lo stile architettonico di quegli stati in quanto offre contemporaneamente effetti estetici notevoli e schermanti.

In regioni con clima caldo umido, in cui sono necessarie ampie finestrate per massimizzare l'effetto della

ventilazione naturale, si ha un effetto contrario, di eccessivo irraggiamento, dovuto alla radiazione solare diretta. Questo problema e' stato spesso risolto utilizzando ampi aggetti provenienti dalla copertura supportati da colonne.

L'effetto schermante dello stile classico, è stato ottenuto tramite ampi colonnati, coperture fortemente aggettanti ed e' stato spesso abbinato ad una colorazione bianca dell'edificio. Tale colorazione risulta molto appropriata specialmente in regioni con clima caldo umido.

1. Palazzo dell'antica Grecia



2. Revival dell'architettura greca in un edificio americano



Uno dei principali motivi delle differenze regionali in architettura e' la necessaria risposta progettuale alle variazioni climatiche in relazione ai climi caldo umidi e i climi freddi.

Nei climi caldo asciutti possiamo trovare usualmente edifici con murature piuttosto spesse e piccole finestre, tale soluzione ha permesso di raggiungere notevoli risultati. Quando il sole e' molto intenso, le piccole finestrate, riescono adeguatamente ad illuminare gli interni. Le finestre sono spesso piccole perche' durante il giorno il caldo proveniente dall'esterno provoca una ventilazione ad una temperatura elevata diminuendo le condizioni di comfort interne.

La colorazione delle murature perimetrali e l'interno sono usualmente chiare per minimizzare l'assorbimento della radiazione solare e migliore la diffusione e la riflessione della luce solare che entra attraverso le piccole finestre.

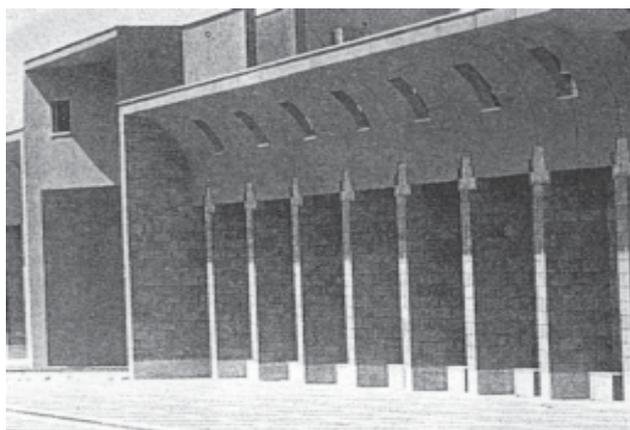
L'interpretazione di colonnati in chiave contemporanea può essere letta attraverso le piazze di Gibellina a Trapani. Le piazze di Gibellina sono simili ad una lunga strada porticata e creano un luogo di ombre per la sosta e la socializzazione. *“I portici tendono ad una espressione di arcaica forza: i pilastri in tufo con capitelli che incastonano delle piastrelle in ceramica multicolore sostengono una curva cornice aggettante in cemento armato a faccia vista, il cui estradosso è rivestito da un mosaico di frammenti in ceramica. L'effetto plastico di questa architettura dovrebbe ricordare la densa staticità delle membrature dei templi di Agrigento mentre il recinto trasparente del portico richiamerà il vibrante perimetro di Segesta.”* (Architetti: Franco Purini e Laura Thermes).

In climi caldi e asciutti spesso gli edifici sono raggruppati in modo da formare dei chiostri, e offrire al tempo stesso aree pubbliche all'aperto ombreggiate.

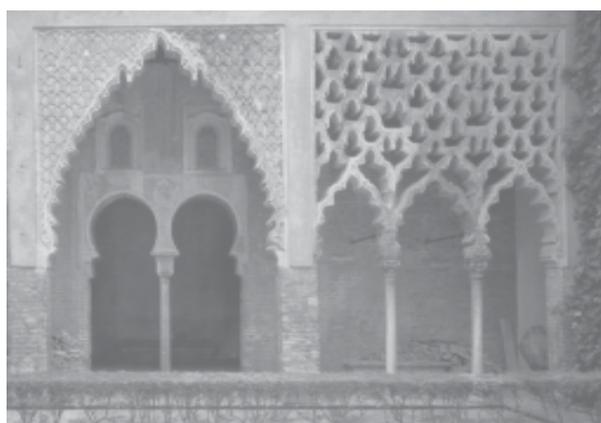
Tipici sono inoltre i palazzi di tipo arabeggiante in cui il frangisole è tessuto nella struttura muraria come un complesso ricamo ornamentale di facciata.

Nei climi caldi umidi troviamo tipologie architettoniche sostanzialmente differenti. Specialmente a basse temperature, l'alta umidità diminuisce le condizioni di comfort degli ambienti interni. I maggiori benefici si ottengono con una adeguata ventilazione per incrementare il valore del raffreddamento evaporativo.

3. Piazze di Gibellina Trapani



4. Alcazar, Patio del Yen, Siviglia



Nei palazzi signorili neogotici veneziani, abbiamo ricorrente, lo stile a loggia con ampie aperture ampiamente decorate con trame che favoriscono allo stesso tempo l'ombreggiamento e la ventilazione degli ambienti.

Numerosi sono i motivi ornamentali che venivano realizzati in certi palazzi intichi, alcuni in cemento altri quasi dei ricami nel marmo. Tale tipo di decorazione è frequente nell'architettura orientale e moresca.

Un'altra caratteristica dell'architettura veneziana sono le "altane" esterne alle coperture raggiungibili tramite piccole scale esterne, tali terrazze avevano la funzione di belvedere e in estate venivano ombreggiate tramite tendaggi in tessuto chiaro.

Il tendaggio copre l'altana nella parte superiore ed in certe occasioni viene ricalato sui lati in modo da aumentare l'effetto schermante ed ombreggiare una superficie più ampia. Tale sistema è stato riutilizzato nell'intervento di Cannaregio (area ex-Saffa) a Venezia dall'architetto Vittorio Gregotti.

L'architettura orientale tradizionale è dominata dal prevalente uso di aggetti fissi orizzontali dovuti alle grandi falde delle coperture aggettanti.

Le grandi falde del tetto coprono le pareti in legno lasciate aperte (tramite speciali forature) in questo modo è possibile massimizzare la ventilazione trasversale e l'ingresso di luce naturale anche negli ambienti più interni dell'edificio.

Le pannellature di tamponamento laterale sono spesso formate da listelli in legno a formare una griglia orizzontale che consentono tramite le fessure di far passare la luce all'interno in modo filtrato.

In Iran, in Iraq, nella penisola arabica ed in Egitto si trovano di frequente le cosiddette torri del vento, che



7. Esempio di finestra iraniana
8. Torri del vento



assolvono alla doppia funzione di incanalare i venti prevalenti e costringerli ad attraversare l'abitazione o di creare un efficace effetto camino quando l'aria esterna è immobile.

Le aperture verso l'esterno, sono di solito poche e piccole, per proteggere l'interno dalla radiazione solare. Tipicamente una finestra esterna nella sua configurazione più elaborata consta dell'apertura di un frangisole e del mousharabieh, una griglia finemente intrecciata che consente la ventilazione anche nel caso di finestra chiusa ed agisce da filtro per gli insetti.



5. Palazzo veneziano
6. Intervento di Cannaregio



Le tipiche costruzioni post belliche rispondono al clima umido con ampie finestrate, con sistemi di schermatura a rotolante, realizzati con colori chiari ed alte soffittature. Le grandi aperture ottimizzano la ventilazione mentre le schermature proteggono dalle eccessive radiazioni solari diurne. Le superfici murarie chiare minimizzano l'ingresso delle radiazioni solari attraverso la muratura.

Molti dei più grandi architetti hanno capito l'importanza delle schermature inserendole nell'edificio come elementi architettonici. Frank Lloyd Wright ha utilizzato sistemi di schermatura nella maggior parte dei suoi edifici. Le coperture molto aggettanti ombreggiano le grandi pareti vetrate, che consentono di avere una buona ventilazione dell'edificio, nel clima caldo umido delle estati di Chicago.



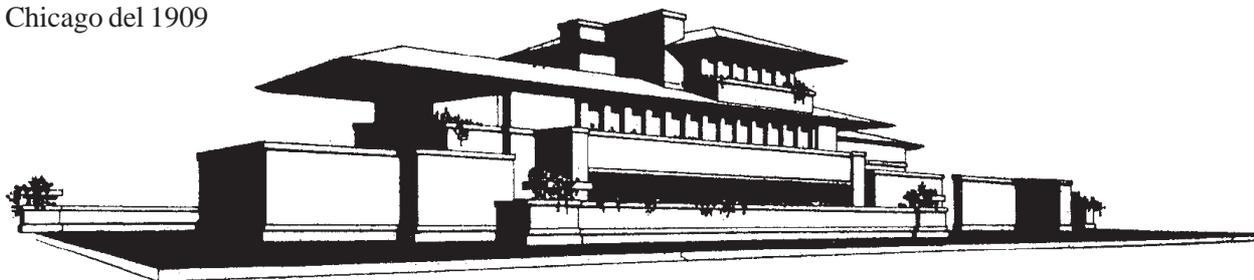
“Nella casa Robie a Chicago del 1909, è uno degli esempi di abitazione climatizzata più riusciti realizzati da Wright nel periodo “Prairie”. L’edificio assume specifiche funzioni bioclimatiche, tramite l’uso di una serie di soluzioni innovative intese a trasformare la casa in un efficace organismo ambientale, il cortile di ingresso situato a Nord e protetto dai venti gelidi dell’inverno di Chicago è fresco e ombroso in estate e, insieme al piano terreno anch’esso in ombra perché protetto a Sud dal terrazzo del soggiorno, costituisce un serbatoio di aria fresca. Anche nelle umide giornate estive senza vento la massa di aria fresca condiziona la casa fino alle camere sotto tetto.

Il volume dei locali di servizio, è collocato a Nord longitudinalmente come una vera e propria barriera al freddo; il piano soggiorno è fornito per tre quarti del suo perimetro di finestre tutte apribili con zanzariere interne, e che consentono ogni possibile combinazione di ventilazione incrociata.

La sporgenza del tetto a Sud è calcolata esattamente per impedire al sole estivo di entrare senza togliere luce e calore in inverno.

Gli ampi aggetti del tetto a Est e ad Ovest funzionano ad Ovest come parasole nei torridi pomeriggi estivi, ma consentendo ai raggi invernali, fortemente inclinati, di entrare trasformando il bow-window in un solarium; ad Est come parapioggia, proteggendo l’ingresso di servizio dal lato del cortile di accesso al garage.” Da ENEA, Architecture and Energy”, Roma, 1997.

9. Casa Robie a Chicago del 1909



10. Architettura orientale



Anche le realizzazioni architettoniche di Louis Kahn, del periodo più maturo, sembra ispirata dall'impegno di rendere la radiazione solare il fattore determinante della sua architettura. Tre realizzazioni in paesi dal clima molto caldo, una in Africa e due in Asia sono i massimi esempi di questa ricerca.

“Negli anni 1959-61, durante un soggiorno a Luanda (Angola) in seguito all'incarico relativo al progetto del nuovo Consolato Americano, Kahn si rende conto di quale illuminazione abbagliante e quale calore siano generati dal sole allorché colpisce le superfici esterne degli edifici senza incontrare schermature intermedie.

Ne deriva l'invenzione di un muro posto dinanzi alla finestra, una sorta di brise-soleil rivisitato in chiave monumentale, forato in modo da regolare l'accesso della luce negli ambienti interni; in questo modo viene data risposta al problema dell'incidenza diretta del sole sulle facciate.

A questo punto l'architetto affronta la questione del calore generato dalla copertura invasa dal SOLE: nasce un secondo elemento che potremo chiamare sdoppiamento del tetto in due superfici separate, una per la pioggia e una per il sole, distanziate di m. 1.80.

Il tetto superiore, in questa soluzione, blocca i raggi solari e crea un'intensa circolazione d'aria in tutto l'edificio.

Nel complesso dell'Assemblea a Dacca in Bangladesh (fig.1, 2, 3), degli anni 1962-74, vediamo scomparire gli elementi che a Luanda proteggevano dal calore solare in quanto dispositivi “aggiunti”: e la stessa struttura dell'edificio, grazie alla frantumazione del perimetro esterno e allo studiatissimo sistema di filtraggio dei raggi luminosi a rendere confortevole lo spazio interno.

Questa ricerca è presente, negli stessi anni, nella costruzione dell'Istituto per la formazione dei quadri dirigenti ad Ahmedabad in India .

La rilevanza dei fattori climatici nel determinare la struttura dell'insieme e raccontata dall'architetto: “Le case sono orientate nella direzione del vento: tutti i muri sono paralleli a questa direzione. Essi sono tracciati diagonalmente attorno a un cortile, al fine di delimitarlo e di conservare la regolarità richiesta dall'orientamento...”

Nell'edificio della scuola si noterà che ho inserito un pozzo di luce (fig. 1, 2, 3). Io credo che sia, in un certo modo, superiore all'accorgimento che avevo inventato a Luanda, perché la avevo tirato su un muro per schermare il sole e modificare il riverbero, mentre qui la soluzione diventa parte integrante della composizione.. Si potrebbe chiamarlo un bow-window rivolto al contrario”. ” Da ENEA, Architecture and Energy”, Roma, 1997.

Anche Le Corbusier ha utilizzato spesso elementi frangisole intesi come elementi architettonici caratterizzanti, uno dei migliori esempi si trova nella città indiana di Chandigar gli edifici del governo.

L'uso delle schermature meglio conosciute come brise-soleil e coperture aggettanti sono gli elementi dominanti dell'High Court. Le Corbusier in questo edificio è stato influenzato dall'architettura indiana infatti il Palazzo del Maharajà a Mysore ha molti elementi in comune con La High Court.

La torre d'ombre di Le Corbusier, realizzata nel 1957-58 è progettata ai bordi del Campidoglio, tra il Palazzo di Giustizia e il Parlamento.

E' una hall aperta, molto alta e ombreggiata. L'edificio è orientato verso Nord-Sud il lato Nord è completamente aperto, mentre le altre tre facciate sono munite di brise-soleil.. All'Atelier di Le Corbusier il corso del SOLE in tutte le stagioni è stato esaminato e annotato molto minuziosamente per determinare l'orientamento dei

brise-soleil” (Le Corbusier, Oeuvre complète, vol. VIII).

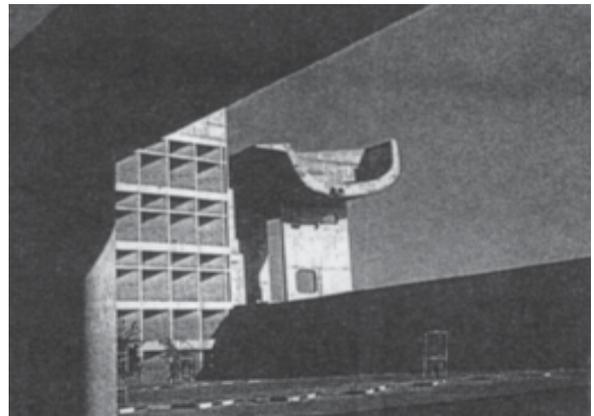
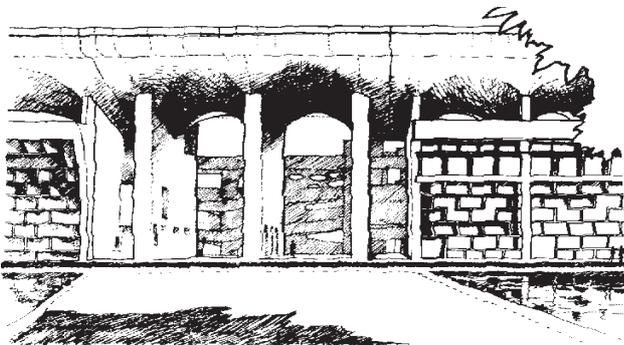
Lo studio dei brise-soleil è accurato in modo da consentire una ottima illuminazione interna con le variazioni degli effetti della luce solare nell’alternarsi delle stagioni, la facciata Sud è stata realizzata in modo che rimanga sempre in ombra nei periodi più caldi, mentre il sole, in inverno, penetra negli ambienti interni.

E’ uno spazio studiato per essere raffrescato al suo interno nelle calde giornate indiane, in modo che tale ambiente diventi luogo di incontro, di riflessione, di meditazione. *“Ma il sole, lo studio del cui percorso determina la composizione delle facciate, è anche strumento di luce e di ombra e quindi di Architettura.”*

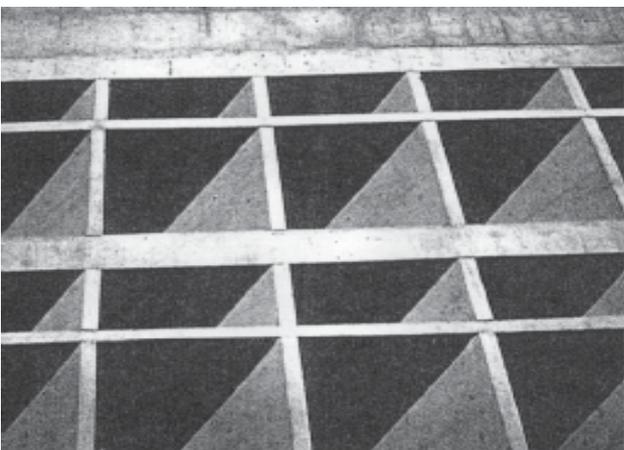
“Con l’invenzione del cemento armato Le Corbusier fa diventare la parete esterna “il pannello di VETRO” che permette alla luce di entrare e si apre sul panorama esterno.”

“...Va da sé che, ovviamente, si porranno nuovi problemi: il riscaldamento dei locali, la loro ventilazione e soprattutto... le condizioni del soleggiamento dell’entrata benefica del SOLE in inverno, dell’entrata catastrofica del sole in estate...”

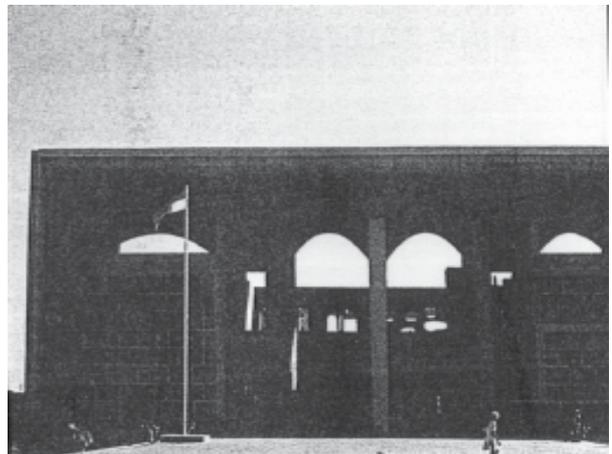
11. 12. Le Corbusier Chandigar, India

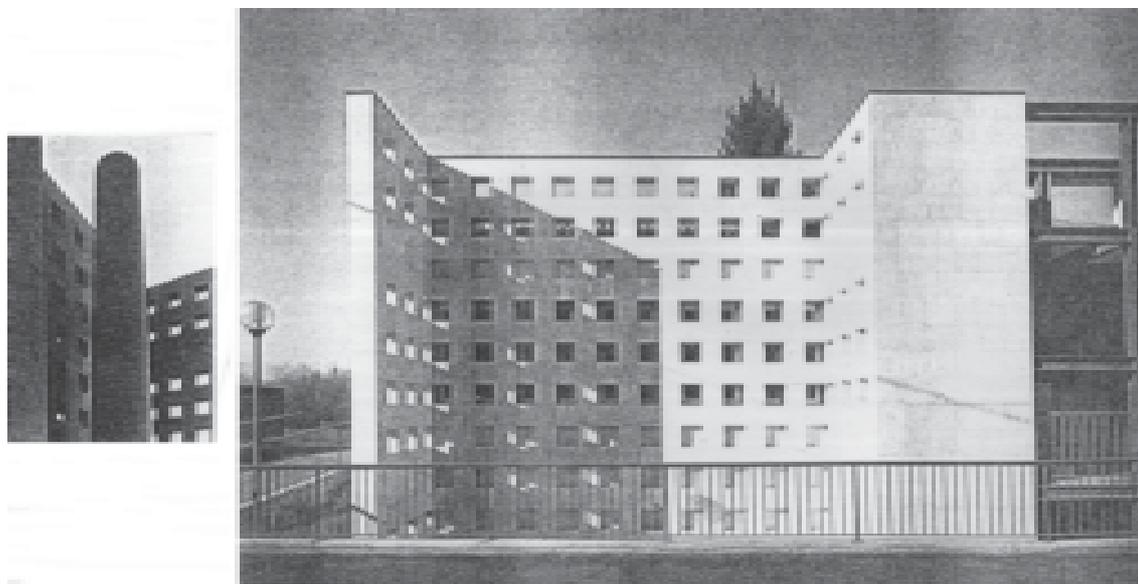


13. Le Corbusier Chandigar, India



14. Torre delle Ombre Le Corbusier Chandigar





15. Ufficio postale di Villa Falletto (Cuneo)

Il gioco delle stagioni apporterà una variata gamma di benefizi e misfatti: al solstizio d'inverno, il sole è basso sull'orizzonte e i suoi raggi sono i benvenuti all'interno dell'alloggio, dove essi riscaldano psicologicamente e fisicamente; le mezze stagioni, primavera ed autunno, gratificano l'uomo di un sole dolce; ma il solstizio d'estate e la canicola, con le sue temperature insopportabili, hanno fatto dell'amico sole un nemico implacabile.

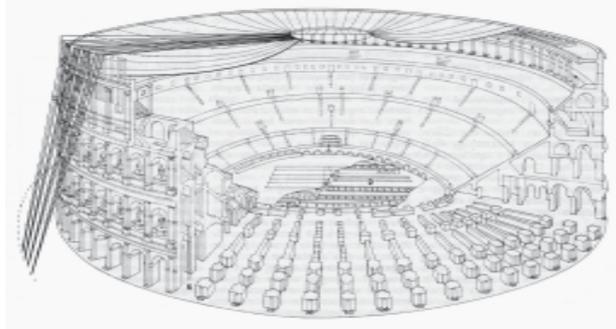
In queste ore calde il bisogno d'ombra diviene imperativo: bisogna otturare le finestre, bisogna "diaframmare" il pannello di vetro. Quali sono i mezzi disponibili?...

Nell'edificio "Clarté" di Ginevra... noi siamo stati allettati istintivamente da lavori che ci avvicinano al frangisole. Io disegno i pavimenti, essi si prolungano al di là del pannello di vetro con un balcone che sporge di un metro e mezzo munito di parapetto. Una prima ombra è provocata; vi si aggiunse per la canicola il complemento delle imposte scorrevoli installate sul fronte dei parapetti dei balconi, creando così condizioni molto soddisfacenti di penetrazione del sole in inverno (sole basso sull'orizzonte) e di ostacolo al sole in estate (sole alto sull'orizzonte)". Da ENEA, Architecture and Energy", Roma, 1997.

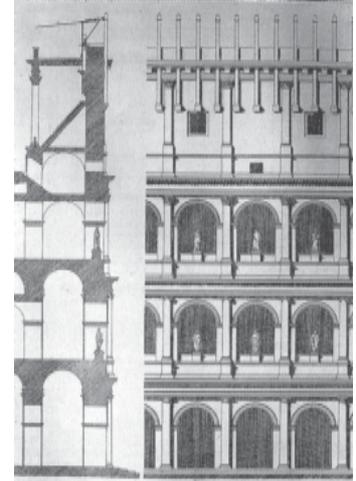
Nel secondo dopo guerra si assiste alla nascita di edifici per il terziario con struttura reticolare portante e pareti di tamponamento in vetro. L'aumento della superficie finestrata non si traduce però in un miglioramento delle condizioni di illuminazione interna, mentre invece in alcune parti della struttura l'aumento del livello luminoso corrisponde quasi sempre ad un aumento dell'abbagliamento causato dalle ampie superfici trasparenti e di conseguenza si ha una diminuzione del comfort interno.

L'edificio postale di Villa Falletto (Cuneo) degli architetti Massimo Fazzino e Domenico Sandri, pone l'attenzione su una parete strutturale a griglia che si pone il duplice scopo di schermare e raccordare l'area interna in modo da formare una piazza. Il prospetto schermatura ombreggia gran parte dell'edificio interno filtrando la luce attraverso la parete con bucatore a maglia quadrata.

Per fronteggiare i crescenti problemi legati all'utilizzo di grandi vetrate la ricerca tecnologica degli ultimi vent'anni ha risposto producendo materiali con caratteristiche ottiche e prestazioni molto differenti ed inoltre con la produzione di sistemi frangisole di diverso tipo; quindi il compito di controllo ambientale in un edificio viene affidato ai componenti strutturali del vetro e ai sistemi di schermatura, e non più esclusivamente alla scelta di localizzazione, forma, distribuzione ed orientamento dell'edificio.

Riferimenti Progettuali

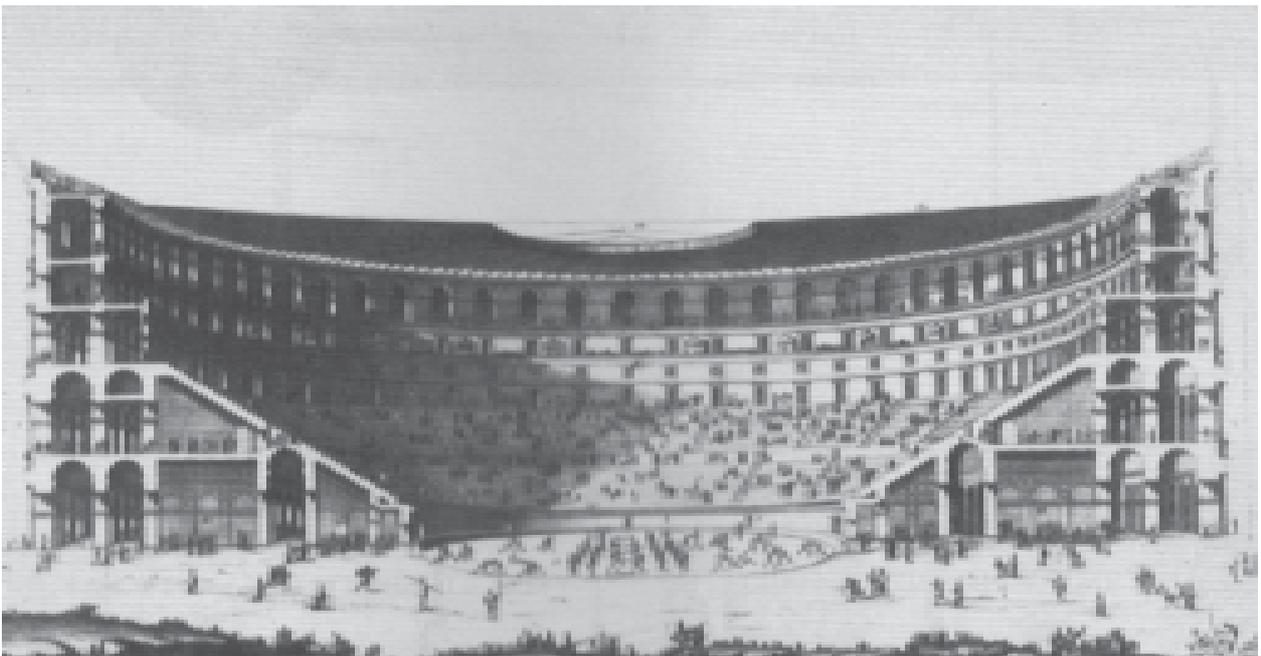
16. Colosseo



Schermare spazi all'aperto è sempre stato un problema assai critico. Anfiteatri e stadi costituiscono uno speciale problema a causa della loro grande dimensione, e senza creare ostruzioni per gli spettatori con strutture a pilastro. La soluzione più frequentemente utilizzata è la struttura in membrana tesa che viene adottata a causa della sua grandissima flessibilità nel coprire grandi luci ad un costo relativamente contenuto. Spesso vengono utilizzate membrane resistenti all'acqua, perché proteggono dalla pioggia e dalla neve. Tale sistema non è certo una novità, i Romani erano soliti utilizzare tendaggi per coprire i teatri e perfino il gigantesco colosseo. Il colosseo Romano costruito nell'80 DC, ha una capienza di circa 50.000 spettatori, veniva coperto da un enorme tendone per proteggersi dal sole. (Da *L'Anfiteatro Flavio Descritto e Delineato* da Carlo Fontana, Vaillant, 1725).

L'uomo nei secoli ha colto soprattutto l'aspetto energetico distinguendolo per meglio utilizzarlo sotto il profilo termico, luminoso e biologico. La città e la sua architettura hanno segnato lo sviluppo del progredire tecnico e formale del rapporto tra l'individuo e la luce del sole. L'architettura intesa come involucro tridimensionale pone vincoli e limiti alla luce. Ma la scelta, scientificamente determinata, del migliore orientamento non è sufficiente per assicurare anche il migliore soleggiamento. L'effetto perturbante sul campo luminoso dipende infatti dalla situazione climatica e dell'intorno ambientale circostante (ostruzioni dovute ad edifici, alberi ecc...). Il soleggiamento va considerato e studiato congiuntamente con altri fattori, quali venti, precipitazioni e più in generale tutte le caratteristiche climatiche e orografiche della regione e del sito.

16. Colosseo



1.2 L'influenza del sito e della forma dell'edificio

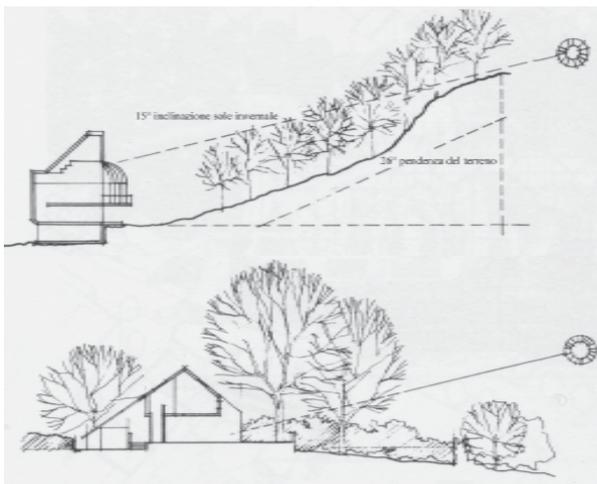
Per vari motivi le condizioni climatiche locali possono subire leggere variazioni in base alle particolari zone microclimatiche in cui si vengono a trovare. Se gli edifici sono veramente messi in relazione con l'ambiente circostante, devono essere progettati in base a quel particolare microclima che caratterizza la zona e in cui sono inseriti. I principali fattori, di cui si parlerà di seguito, sono molto importanti per capire quali variazioni climatiche si possono verificare all'interno del macroclima.

1. *Quota sul livello del mare:* più ripido è il pendio più velocemente si ha una riduzione di temperatura all'aumentare della quota. Il limite, ovviamente, sarà l'ascensione verticale, che produrrà una variazione termica di circa 3.6° ogni 270 m.
2. *Orografia del terreno:* un pendio esposto a sud è più caldo di un altro esposto a nord, perché riceve maggiore radiazione solare ed è inoltre protetto dai venti freddi invernali provenienti generalmente da nord. I pendii esposti ad ovest sono più caldi di quelli esposti ad est, perché le fasce orarie in cui è presente la radiazione solare più alta corrispondono con le temperature più elevate del pomeriggio. Nelle zone più basse tende ad accumularsi l'aria più fredda, umida, molte volte sotto forma di nebbia che riflette la radiazione solare, e così queste zone rimangono più a lungo di giorno con temperature più basse.
3. *Dimensioni, forma e vicinanza di masse d'acqua:* la presenza di acqua provoca un significativo effetto di controllo e regolazione della temperatura, dando vita giornalmente a brezze marine o incrementando il tasso di umidità.
4. *Tipo di suolo:* la diversa capacità termica del suolo, il suo colore, il contenuto d'acqua possono incidere sul microclima. Il colore brillante della sabbia, ad esempio, riflette una maggiore quantità di radiazione solare riducendo così la quantità di calore assorbita dal suolo, ma incrementando molto, allo stesso tempo, il carico termico sugli edifici e sulle persone. A causa della forte capacità termica la roccia può assorbire parecchio calore durante il giorno e rilasciarlo di notte. Le scogliere che sono esposte a sud-ovest traggono ampiamente benefici da questi effetti.
5. *La vegetazione:* l'ombreggiatura e la traspirazione dovuta alla vegetazione può ridurre significativamente la temperatura del terreno e dell'aria, però si ottiene pure un incremento del tasso di umidità. In presenza di climi caldi umidi la situazione ottimale è di avere un alto pergolato per l'ombreggiatura, ma non bassi alberi che potrebbero ostruire l'ingresso alle brezze. L'aria stagnante, per la presenza di alberi bassi e arbusti, favorisce l'aumento dell'umidità che può raggiungere alti livelli poco confortevoli. Nei climi più freddi la vegetazione può ridurre la velocità e l'effetto dei venti freddi, come pure può essere utile a schermare il rumore e a pulire l'aria dalla polvere e ad ossigenarla.
6. *Strutture create dall'uomo:* edifici, strade, aree di parcheggio, con le loro dimensioni incidono significativamente sul microclima. L'ombra portata dagli edifici può dar vita ad una fascia fredda sulle zone orientate a sud che altrimenti sarebbero state più soggette alla radiazione solare e quindi più calde. Ma gli edifici possono anche portare ombra nei caldi mesi estivi e riparare dai venti freddi invernali. Grandi superfici

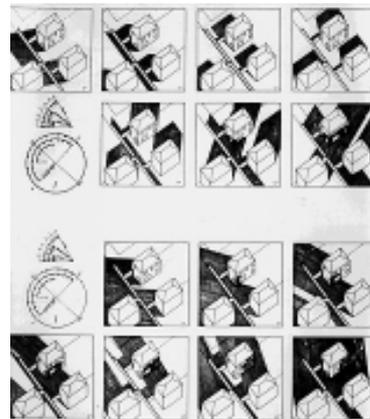
pavimentate, specialmente se presentano una colorazione scura (come l'asfalto) possono invece provocare un forte innalzamento della temperatura e l'aria calda può raggiungere gli edifici circostanti.

Nelle grandi città l'effetto combinato di tutte le strutture costruite provoca una forte variazione climatica rispetto alle condizioni che si avrebbero in uno aperto, non urbano. La temperatura media annua è generalmente più alta di $1,5^\circ$ mentre d'inverno si ha un incremento di quasi 3° . Si sa infatti che le città sono delle isole di calore. La radiazione solare comunque è più bassa del 20% a causa dell'inquinamento atmosferico, e l'umidità relativa minore del 6% per la ridotta presenza della vegetazione. Anche la velocità del vento risulta ridotta del 25%, ma localmente, in presenza di strade – canyon, le correnti si incanalano e si verificano delle accelerazioni.

17. Edifici schermati da alberi



18. Blocco di edifici che si ombreggiano tra di loro



L'organizzazione del sito e la progettazione del verde possono migliorare le condizioni microclimatiche intorno agli edifici; sfruttando le caratteristiche topografiche del terreno, la presenza di edifici attigui e tramite la presenza di vegetazione, si possono ottenere efficaci livelli di protezione solare.

Nei tessuti urbani, numerosi sono gli organismi insediativi che attraverso cortili, strade, parchi e giardini interni ai complessi edilizi, favoriscono un ombreggiamento naturale tra gli edifici.

Edifici organizzati su piani sfalsati possono favorire la ventilazione ed un ombreggiamento naturale notevole come ad esempio l'edificio City hall di Tempe in Arizona che è un edificio a forma di piramide rovescia.

Si può quindi impedire che la radiazione solare intercetti tutto o parte dell'involucro murario o delle finestre di un edificio, utilizzando elementi esterni all'edificio, come sistemi di schermatura?

A risposta di tale domanda possono essere elencate le seguenti categorie per schermare:

- presenza di edifici contigui
- configurazione degli spazi aperti dell'immediato intorno
- la presenza di pendii rivolti a nord, in collina e nelle valli.

Per quanto riguarda la presenza di edifici contigui, non abbiamo bisogno di trovare esempi particolari

Riferimenti Progettuali



19. Esempio di edifici a schiera orientati a sud con la presenza di una folta vegetazione per l'ombreggiamento nei mesi estivi

in quanto le nostre città sono piene di esempi di tale tipo. In un tessuto con strade parallele, le costruzioni situate sul lato sud sono generalmente alte ed hanno la facciata principale dalla parte del giardino a sud, mentre sul lato a nord si trovano solo costruzioni basse che sono in realtà degli edifici annessi ai principali, immersi nell'ombra, le vie che si incrociano perpendicolarmente non sono generalmente fiancheggiate da edifici. Le alberature spesso sono platani, la vegetazione è a foglia caduca.

Il passato ci fornisce numerosi esempi di come l'urbanistica abbia preso in considerazione, spontaneamente la necessità di una esposizione prevalente delle città verso il sole.

Nel campo dell'urbanistica spontanea, possiamo citare numerosi villaggi mediterranei del sud della Francia, della Costa Azzurra, del litorale tirrenico ecc., che sono stati costruiti sui versanti sud delle colline. Questa disposizione, pur permettendo di conservare una forma molto compatta, garantisce l'esposizione a sud grazie allo sviluppo prevalentemente verticale delle abitazioni. Questa verticalità permetteva la migrazione stagionale: in inverno, poiché l'unico punto di riscaldamento era situato al piano terra, si poteva beneficiare, durante il giorno, degli apporti solari ai piani superiori e ritirarsi durante la notte nelle stanze inferiori maggiormente isolate. Durante l'estate le stanze del piano inferiore restavano più fresche per la loro posizione in ombra permanente, per la massa termica dei piani e delle case vicine ed anche per lo spessore delle pareti. Alcune facciate, dalla parte del giardino, potevano essere anche totalmente soleggiate durante l'inverno per la pendenza del terreno.

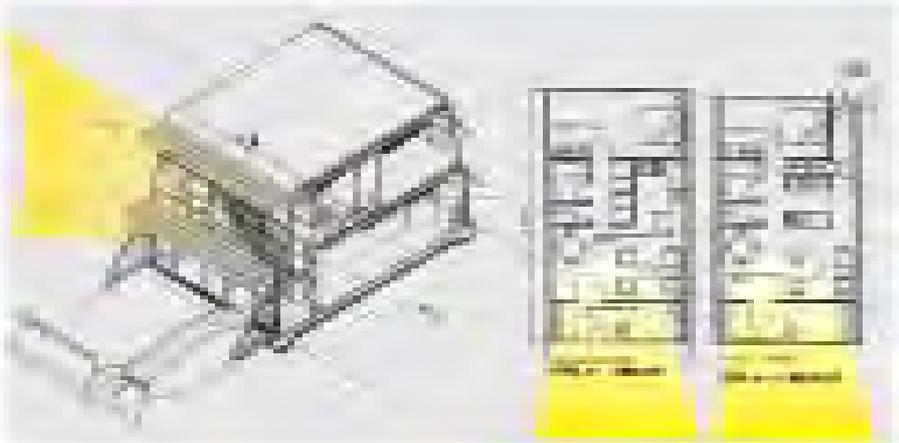
L'approccio tradizionale al progetto architettonico ed il modo diffuso di pensare l'edificio riflettono una visione statica in cui la costruzione viene ottimizzata nelle sue dimensioni, realizzata e completata. In questa ottica, ottimizzare le dimensioni e le misure vuol dire verificare i calcoli - in base alle regole stabilite dalle normative - alle estreme condizioni e dopo tutti gli elementi vengono dimensionati di conseguenza.

“Ma in realtà il comportamento dell'edificio si discosta totalmente da una visione statica: è come se fosse un elemento con un suo dinamico ciclo di vita, al pari di ogni altro organismo vivente. L'edificio percepisce le variazioni di temperatura, il caldo ed il freddo, la struttura respira e traspira, è capace di vestirsi e spogliarsi, capace di esporsi al sole o all'ombra, esporsi al vento o mettersi al riparo, in base alle necessità.”¹

La struttura fisica di un edificio esercita una forte influenza sulla sua capacità di ottimizzare la radiazione solare ed il suo apporto termico, migliorare la luce naturale e anche la ventilazione. In fase progettuale si dovrebbe considerare maggiormente:

- il rapporto tra la “compattezza” della superficie esterna e l'interno dell'edificio. Un involucro esterno molto denso e compatto aiuta a ridurre le dispersioni termiche; ma se questo si verifica in un piano molto profondo, si riduce l'opportunità di utilizzare l'illuminazione e la ventilazione naturale;
- le dimensioni e la forma dell'edificio, che possono facilitare l'accesso della radiazione solare o ostacolarla, per esempio quando sono presenti finestre o oggetti di dimensioni spropositate.
- la necessità di prevenire l'eccessivo riscaldamento che si verifica nella stagione estiva, utilizzando sistemi di schermatura e ventilazione naturale capaci però di garantire un guadagno solare in inverno;
- in particolare modo nella progettazione delle abitazioni è necessario avere la capacità di progettare e

20. Esempio di edificio duplex con le zone giorno orientate a sud



costruire in modo tale da controllare le dispersioni termiche in copertura e utilizzare gli spazi intermedi come spazi tampone.

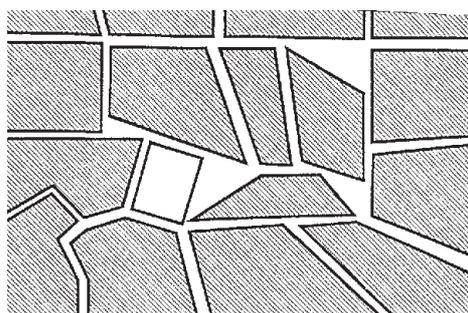
La configurazione e l'organizzazione degli spazi interni dell'edificio influisce sull'esposizione alla radiazione solare incidente, sulla quantità di luce naturale, sui flussi d'aria all'interno dell'edificio. In generale, un edificio compatto, cioè con un basso rapporto superficie/volume, avrà una superficie di esposizione relativamente piccola. Per edifici di piccole o medie dimensioni questo può costituire un vantaggio per controllare sia le perdite che i guadagni solari attraverso l'involucro edilizio, senza alcun conflitto tra le priorità progettuali in condizioni invernali o estive. Tuttavia, in edifici più grandi, una forma compatta si traduce, verosimilmente, in un corpo di fabbrica con notevole profondità di pianta, per il quale i progettisti tenderanno ad impiegare sistemi artificiali per illuminare e climatizzare gli ambienti. In pratica, oltre alle prestazioni termiche, sono molte le ragioni che guidano il progettista nella definizione della forma dell'edificio. Le soluzioni architettoniche che tengono conto delle prestazioni termiche dell'edificio adotteranno migliori sistemi di schermatura. Qualora possibile, sarebbe molto interessante e piacevole ottenere con schermature naturali un'alternanza ed una variazione del grado di luce e di ombra, così come accade negli edifici con pianta a corte in cui la diversa inclinazione della radiazione solare provoca un gioco di luci ed ombre che consentirà a gran parte dell'edificio di godere dell'irraggiamento solare diretto per gran parte della giornata.

Da un punto di vista energetico gli edifici possono essere divisi in due gruppi principali: quelli in cui è presente una predominanza dell'involucro e quelli in cui l'interno ha un peso energetico rilevante. Nel primo caso, l'edificio, presentando una notevole superficie esterna in rapporto al volume, è molto più soggetto alle variazioni climatiche e all'interno è presente un modesto carico termico. Nell'altro caso invece l'edificio, avendo una minore superficie esterna rispetto al rapporto area/volume, presenta un elevato carico termico interno, dovuto all'illuminazione interna, alla presenza degli occupanti, ai macchinari di lavoro. Un altro modo, più specifico per definire i diversi tipi di edifici è quello che, tenendo conto della destinazione d'uso, dell'attività che si svolge all'interno, associa una temperatura di comfort o di progetto (BPT balance point temperature) alle diverse tipologie di edificio.

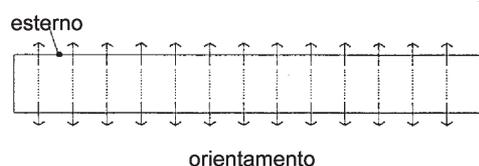
L'edificio non necessita di riscaldamento se la temperatura esterna è leggermente al di sotto della temperatura di comfort, anche per la presenza dei carichi termici interni (illuminazione, persone, macchinari, ecc.) ed anche perché l'involucro rallenta in qualche modo la dispersione di calore. Così una grande quantità di carichi termici interni, associata ad un comportamento effettivamente isolante dell'involucro, può trattenere all'interno il calore in modo che la temperatura esterna dovrà essere ancora più bassa perché sia richiesta l'attivazione un sistema di riscaldamento. Questo è una conseguenza del tipo di progettazione e della destinazione d'uso dell'edificio e non delle condizioni climatiche.

La temperatura di progetto per un tipico edificio in cui è l'interno a prevalere è di circa 23° C, (50 F) mentre in un edificio in cui predomina l'involucro esterno è di circa (60 F).

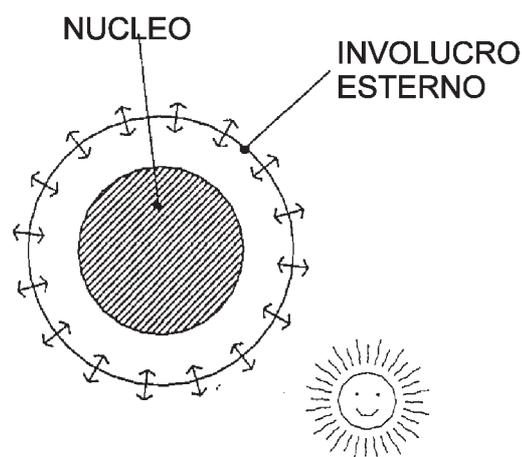
21 tipologia verticale (TOMBAZIS Associates)



Edificio in tessuto urbano consolidato



orientamento



edificio esposto al sole e al vento

1.3 Il ruolo delle schermature nel progetto architettonico

E' la progettazione bioclimatica, o qualunque altra cosa noi ci sforziamo di chiamare così, una scelta che possiamo - come non possiamo - portare avanti, una specializzazione lasciata agli specialisti o agli illuminati, mentre l'architettura reale è tutt'altra cosa, molto più importante e più nobile, che può essere praticata da coloro che non comprendono o non hanno l'interesse di approfondire questi problemi tecnologici? Portare avanti una progettazione architettonica che tiene conto del clima e nel rispetto dell'ambiente circostante è solo una questione tecnologica? Abbiamo veramente raggiunto la cima della montagna o è solo una moda che passerà al più presto? (...). Credo che siano tante buone ragioni per cui la corrente principale degli architetti non si sia mossa cominciando a pensare, progettare e realizzare architetture secondo i principi della bioclimatica, utilizzando questi principi, ma non il solo, come importante parametro nel loro lavoro.

Per cominciare farei una critica al tipo di formazione che si offre agli studenti nelle facoltà di architettura. In secondo luogo è molta diffusa l'idea che gli architetti non abbiano molta dimestichezza con tutto quello che riguarda calcoli matematici o leggi fisiche.

Terzo, gli architetti preferiscono avere una loro libertà compositiva e progettuale; tutto ciò che potrebbe inibire e limitare le loro idee deve essere evitato a tutti i costi.

Ma il problema è che tutto questo è proprio l'opposto della realtà. L'architettura è, tra l'altro, un esercizio, una magnifica partita, come giustamente sosteneva Le Corbusier, una costante ricerca di soluzioni a problemi reali. Entro i limiti, la presenza di *vincoli* può innescare un processo più interessante e molto più creativo. E'

impossibile disegnare nel vuoto.

Un altro motivo è che gli architetti sono generalmente abituati ad esercitare solo i loro occhi. Un architetto è capace di *vedere*, di immaginare uno spazio o una nuova situazione, ma non lo percepisce con gli altri sensi: così man mano, non essendo eserciti si affievoliscono gradualmente, e diventano incapaci di percepire le dimensioni nascoste che possiede un'architettura, che invece sono proprio le nozioni alla base del progetto bioclimatico.

Lasciatemi dire quali sono, per me, le tre dimensioni fondamentali, sebbene il suono, l'odore e il tatto non sono meno importanti:

Il tempo: si dice sia la quarta dimensione dello spazio architettonico, di vitale importanza perché al di fuori nessun oggetto potrebbe esistere. Il tempo in relazione al susseguirsi dei giorni, delle diverse stagioni, al clima, al modo in cui si comporta e risponde un edificio nel momento in cui entra in relazione con la natura e l'ambiente circostante. L'edificio inoltre entra a far parte del ciclo della natura, del suo dinamismo, contrariamente all'idea statica ed immobile, generalmente diffusa, dell'architettura.

L'aria: è il secondo elemento, importante ed invisibile. Noi progettiamo uno spazio e pretendiamo che questo sia vuoto, incuranti del fatto che sarà avvolto e riempito di aria. Le correnti d'aria lo attraversano, con movimenti generati dalla differenza di pressione e di temperatura. E proprio in funzione ed in relazione ai movimenti dell'aria che si possono progettare la forma dell'edificio, la sua sezione, l'altezza, l'orientamento, le dimensioni e la posizione delle aperture.

La luce ed in particolare modo la luce naturale, è il terzo elemento. Senza la luce l'architettura non avrebbe motivo di esistere. Ma con tempo l'uomo è stato capace di sostituire la luce naturale con quella artificiale e così molti edifici e parecchie architetture si sono impoveriti qualitativamente. Non è un'esagerazione dire che non dovrebbe essere il progettista a decidere quale è la forma migliore da dare ad un'architettura, ma la luce stessa.

Tre sono i parametri importanti a cui le schermature devono rispondere e che permettono l'ottimizzazione di un progetto in relazione al soleggiamento e alla verifica del suo comportamento:

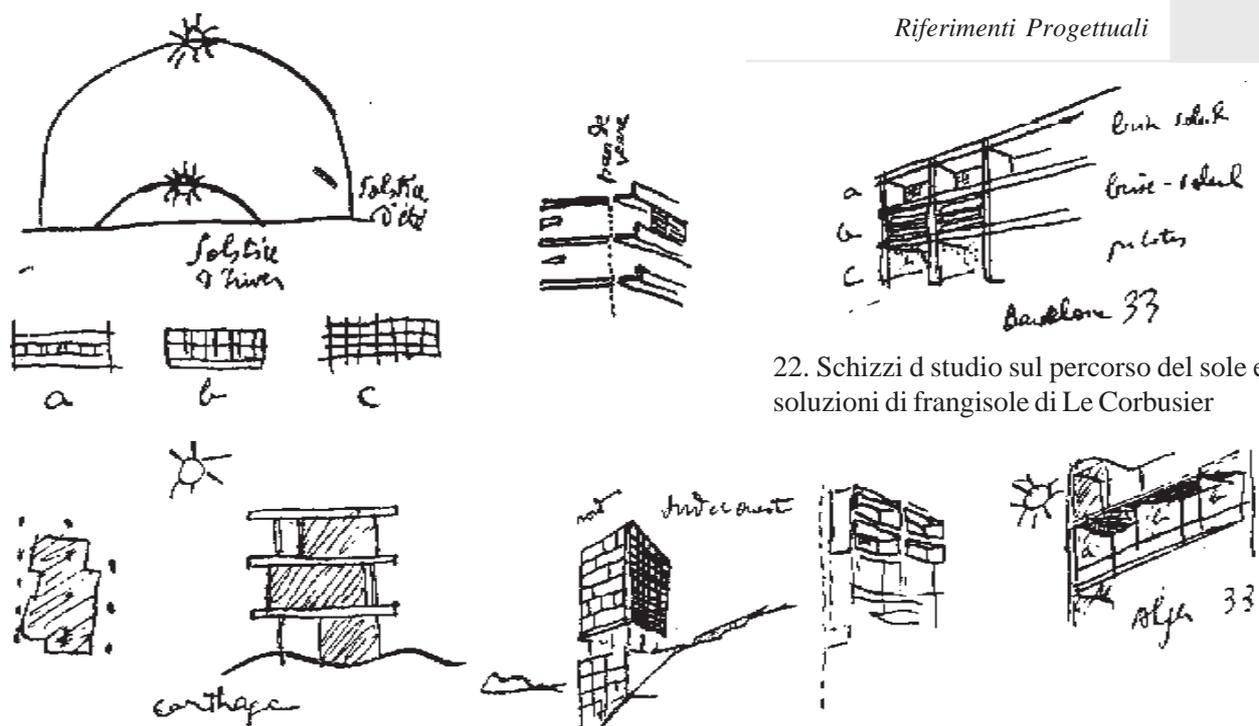
clima

movimento del sole

caratteristiche dell'edificio

il clima

la valutazione del clima locale, accompagnata dall'analisi delle variazioni di temperatura media dell'aria nei periodi dell'anno, dei mesi e dei giorni, identificano i periodi in cui è possibile evitare l'apporto solare diretto



22. Schizzi di studio sul percorso del sole e soluzioni di frangisole di Le Corbusier

il movimento del sole

la rappresentazione dei percorsi solari per avere una migliore conoscenza dell'angolo della radiazione solare alle diverse ore del giorno, alle diverse stagioni, nei differenti periodi dell'anno.

le caratteristiche dell'edificio

caratteristiche dell'edificio con l'orientamento delle facciate, l'ubicazione, la dimensione e il tipo di aperture, uso dei differenti spazi e locali e la conformazione dell'intorno.

Nel processo del progetto, sono critiche le decisioni a scala urbana relazionate all'altezza dell'edificio, alla dimensione degli spazi esterni e all'orientamento degli edifici.

Si definiscono sistemi di schermatura quei dispositivi costruttivi che fungono da barriera esterna regolatrice della radiazione solare senza impedire per questo l'illuminazione e la ventilazione dell'ambiente interno.

Più in generale i sistemi di schermatura sono costituiti sia da elementi funzionali e strutturali che decorativi al tempo stesso, che oltre a schermare la luce solare, ne graduano la luminosità senza creare fenomeni di abbagliamento o zone completamente ombreggiate; la loro struttura può costituire anche una barriera di sicurezza.

Accanto ai tradizionali frangisole in muratura ci sono sistemi di schermatura costituiti da doghe metalliche disposte su piani verticali o orizzontali: essi possono interessare ampie superfici tanto da influenzare in misura determinante l'aspetto esterno dell'edificio.

Il disegno architettonico degli edifici, analizzato secondo il principio schermante dei suoi componenti, si può scomporre in tre differenti categorie: la prima che ne classifica il design come composizione di elementi integrati all'edificio stesso, e che costituiscono per "struttura" un effetto di ombreggiatura; la seconda classifica i sistemi applicati internamente agli ambienti; la terza classifica invece gli stessi componenti edilizi dell'involucro come sistemi schermanti, ad esempio sistemi di vetrate intelligenti, oppure sistemi di pareti trasparenti o semitrasparenti a duplice valenza di schermatura e isolanti.

Mentre le prime due categorie sono parte integrante del progetto architettonico dell'edificio, si pensi alle logge o ai balconi ecc..., la terza risulta essere alquanto indipendente, caratterizzata dalla presenza di interi componenti edilizi che da soli costituiscono struttura e sistema, la sintesi delle tre categorie affiancata dai relativi parametri è descritta dalla tabella 1.a

Tabella 1.a

CATEGORIA A

- | | |
|---|---|
| a.1. Colorazione esterna | |
| a.2. Orientamento | |
| a.3. Frangisole esterni | a.3.1 verticali
a.3.2 orizzontali |
| a.4. Coperture aggettanti | |
| a.5. Volumi aggettanti | a.5.1 Finiture interne
a.5.2 Corpi addossati |
| a.6. Influenza sull'illuminazione interna | |

CATEGORIA B

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| b.1. Frangisole interni | b.1.1 verticali
b.1.2 orizzontali |
| b.2. Schermi di riflessione | |
| b.3. Colorazione pareti | |
| b.4. Finiture interne | |

CATEGORIA C

- c.1. Finestre
- c.2. Vetrate
- c.3. Isolamento
- c.4. Componenti edilizi integrati

In particolare, l'illuminazione interna degli ambienti e quindi l'illuminazione naturale di un edificio è fortemente caratterizzata da queste tre categorie.

I frangisole non vengono utilizzati solamente per risolvere problemi dovuti al surriscaldamento ma provvedono anche alla diffusione dei raggi solari all'interno degli edifici. Perfino il più chiaro e sottile vetro non trasmette il 100% della radiazione solare incidente. La radiazione che non viene trasmessa è assorbita oppure riflessa dalla superficie. La radiazione che viene assorbita dipende dal tipo, dallo spessore e dalla composizione del vetro. La parte riflessa dipende dalla natura della superficie e dall'angolo di incidenza della radiazione. Ognuno di questi fattori sarà meglio spiegato in seguito nella parte seconda in cui verranno analizzate le superfici vetrate e le loro caratteristiche di assorbimento e di schermatura.

Per prevenire il riscaldamento solare passivo indesiderato all'interno dell'edificio, si dovrebbe schermare la radiazione solare diretta ed i raggi solari diffusi.

In regioni soleggiate ed umide, la diffusione della radiazione solare nel cielo può essere incisiva come

la radiazione solare diretta. Aree soleggiate con molta polvere o inquinamento dell'aria possono infatti dare luogo a radiazioni molto più diffuse e provocare fenomeni di abbagliamento o di surriscaldamento imprevisti. Le radiazioni riflesse, d'altro canto possono anch'esse divenire un grosso problema, laddove coesistono l'intensa luce del sole e l'elevata area di riflettanza; spessointonaci bianchi, vetrate con vetri riflettenti, superfici levigate, possono ricondurre le radiazioni solari in modo intenso all'interno dell'edificio; d'altro canto, superfici di colore scuro o particolarmente scabrose possono invece avere la capacità di controllare e mitigare l'effetto della riflessione.

La tipologia, la forma e l'orientamento di un frangisole, possono dipendere, in parte, dalla quantità e dal tipo di radiazione che sia essa diretta, diffusa, o riflessa. Benché gran parte del guadagno termico negli edifici sia dovuto alla radiazione solare diretta, può essere tuttavia necessario proteggere l'edificio dalla radiazione diffusa e riflessa.

Differenti soluzioni di ombreggiamento forniscono diversi livelli di protezione dai guadagni solari. Le schermature esterne offrono maggiore protezione di quelle interne, ed elementi mobili, se correttamente regolati sia manualmente che automaticamente, sono più efficaci di quelli fissi. Anche l'utilizzo di vetri speciali può garantire un discreto controllo dei guadagni solari, specialmente laddove non c'è la possibilità di impiegare le schermature convenzionali.

I sistemi di schermatura impediscono alla radiazione solare diretta, diffusa e riflessa, di raggiungere le parti più sensibili al guadagno solare dell'edificio: le finestre.

intercettare o riflettere la radiazione solare prima che raggiunga l'edificio, in particolare i componenti trasparenti, ma anche le superfici opache (inclusa la copertura), è fondamentale per impedire qualsiasi guadagno termico. All'interno di una vasta gamma di sistemi di schermatura, prima di applicare qualsiasi tipo di sistema, va fatta una scelta appropriata che tenga conto di alcuni parametri quali: la localizzazione dell'edificio, il suo orientamento, la tipologia edilizia e costruttiva e le misure integrate per il raffrescamento, il riscaldamento e l'illuminazione naturale, adottate in fase di progetto. La schermatura dipenderà anche del tipo di superficie da proteggere; ad esempio, le schermature mobili sono generalmente adottate per finestre e coperture, mentre non vengono solitamente impiegate a protezione delle pareti.

I sistemi di schermatura devono comunque garantire un efficace controllo solare soprattutto in estate, senza tuttavia ridurre i guadagni solari in inverno. Sistemi di schermatura ben progettati possono aumentare la disponibilità di luce diurna o promuovere la ventilazione naturale. Le schermature possono essere utilizzate per proteggere termicamente contro le dispersioni notturne.

La schermatura può essere ottenuta tramite uno schermo opaco esterno il quale, per non nuocere all'illuminazione naturale, copra esternamente l'involucro edilizio da schermare ed ottenere una illuminazione filtrata e non diretta. La schermatura in certi casi può avere una duplice funzione di ombreggiare e di isolare termicamente, spesso a tale scopo vengono utilizzate superfici in materiali altamente riflettenti con materiale isolante racchiuso all'interno.

1.4 Disegno delle schermature nei diversi climi

Ciò che ha determinato le maggiori differenze tipologiche nelle architetture, nelle diverse regioni geografiche, è proprio la diversità climatica. Se si osservano infatti gli edifici realizzati in un clima caldo umido, riscontriamo grosse differenze rispetto a quelli che si trovano inseriti in un contesto climatico caldo secco o freddo.

Nei climi caldo umidi si trovano generalmente edifici con elevata massa muraria, per sfruttarne l'isolamento e l'inerzia termica. Poiché la radiazione solare è molto intensa, finestre di piccole dimensioni riescono molto bene a dosare la luce naturale all'interno. Le dimensioni ridotte delle aperture garantiscono anche un controllo sulla ventilazione naturale, riducendo di giorno l'ingresso di aria calda dall'esterno. Anche il colore delle superfici esterne non è casuale: i toni molto chiari riducono il coefficiente di assorbimento della radiazione solare delle pareti. Anche le superfici interne sono generalmente di colore chiaro per consentire una migliore riflessione della luce naturale che entra dalle piccole aperture. Essendo in presenza di piogge rare e scarse, sono largamente adottate coperture piane, che diventano nelle notti estive zone abitabili di soggiorno o di riposo. Le coperture piane si raffreddano velocemente dopo il tramonto del sole per le forti escursioni termiche in condizioni di cielo sereno, diventando spazi abitabili con un comfort superiore a quello presente all'interno (che rimane caldo un po' più a lungo per effetto dell'inerzia termica della massa muraria).

Così anche la pianificazione urbanistica risponde alle esigenze climatiche. Nel clima caldo secco gli edifici sono strettamente raggruppati per favorire un ombreggiamento reciproco, ritagliando all'interno, fra loro, gli spazi pubblici.

In un clima caldo umido si trovano invece edifici con tipologia completamente diversa. Benché la temperatura sia più bassa, l'alto tasso di umidità abbassa il livello di comfort. Ma il maggior sollievo si ottiene con la ventilazione che, attraversando l'involucro dell'edificio, favorisce l'evaporazione e quindi il raffrescamento passivo. Benché l'intensità della radiazione solare sia ridotta dalla presenza di vapore acqueo nell'aria, raggi diretti provocano sempre un effetto indesiderabile.

Per far fronte a queste condizioni climatiche la tipologia costruttiva più diffusa adotta molte aperture di grandi dimensioni abbinati ad aggetti molto sporgenti, persiane, pareti di colore molto chiaro, e all'interno soffitti molto alti. Le grandi aperture favoriscono una maggiore ventilazione, mentre con la presenza degli aggetti e delle persiane si ottiene una buona schermatura e ombreggiatura oltre che una protezione dalla pioggia, ed il colore chiaro delle pareti favorisce la riflessione dei raggi solari all'esterno diminuendo la quantità di radiazione assorbita.

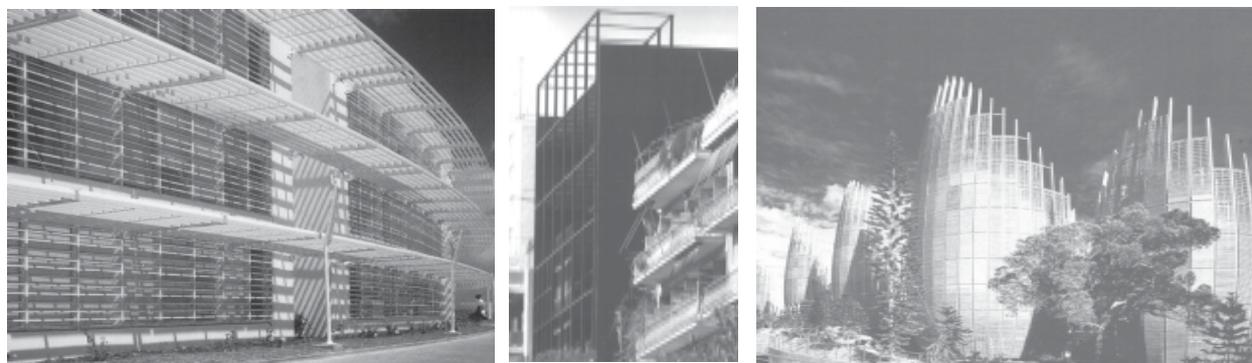
Visto che nei climi umidi la temperatura di notte non è molto più bassa di quella diurna, è inutile pensare di proteggere l'edificio con pareti ad elevata inerzia termica. Le pareti sono generalmente costruite con elementi leggeri, in legno. La presenza di soffitti alti non solo consente di poter realizzare aperture più ampie, ma favorisce la stratificazione dell'aria: in questo modo quella calda, più leggera, tende a salire verso l'alto e rimanere nella fascia più alta del volume della stanza, mentre quella fredda, più pesante rimane in basso, raffrescando e rendendo confortevole la parte vissuta dell'ambiente. La presenza di aperture nel soffitto o di finestre poste in alto, non solo incrementa la ventilazione verticale ma favorisce anche il deflusso dell'aria calda che si deposita nello stato superiore. (effetto camino) Per questo motivo, nei paesi con clima

caldo umido sono molto diffusi e popolari gli edifici che presentano soffitti alti, magari a capriate.

Nei climi miti, ma con condizioni climatiche di cielo coperto, gli edifici si presentano molto aperti per ricevere la maggior parte di luce naturale possibile. In questo tipo di clima l'uso di "bay" window è molto diffuso.

Infine, nei climi freddi, troviamo una tipologia edilizia completamente diversa, in cui si cerca in tutti i modi di trattenere il calore interno. Gli edifici tendono ad essere molto compatti per minimizzare la superficie esterna disperdente. Le aperture sono poco presenti perché diventerebbero punti deboli e superfici disperdenti presenti sull'involucro. È poiché è molto importante avere un elevato coefficiente di isolamento termico, per le superficie esterne si usa generalmente il legno piuttosto che la pietra. E, visto che l'aria calda tende a salire verso gli strati più alti, si realizzano soffitti molto bassi, cercando di sfruttare al massimo gli strati d'aria più tiepida. Spesso per proteggere le costruzioni dal vento freddo invernale si utilizzano sia gli alberi che l'orografia stessa del terreno, e per garantire una maggiore conservazione del calore interno si sacrificano le aperture e si rinuncia ad avere una vista sull'esterno.

23. Rettorato dell'Accademia delle Antille 24. Uffici ad Atene 25 Centro culturale in Nuova Caledonia



Il livello di comfort all'interno degli edifici può essere raggiunto e mantenuto, in quasi tutti i climi, utilizzando dei sistemi passivi. Nei casi in cui si desidera un raffrescamento alle varie ore del giorno, nelle diverse stagioni, nell'intero arco dell'anno, è necessario fare delle considerazioni più attente per trovare un metodo più appropriato.

La prevalenza di particolari condizioni climatiche, di caldo secco o di caldo umido, di vento secco o umido, o altro, suggerisce già il metodo da seguire per il raggiungimento di un adeguato livello di benessere. Spesso sistemi di schermatura, raffrescamento passivo, e ventilazione possono essere integrati e combinati insieme, per rispondere alle diversità climatiche stagionali o alle variazioni che si possono presentare nell'arco della giornata.

La progettazione dell'involucro edilizio deve soddisfare i requisiti di comfort sia in condizioni invernali che estive in maniera tale che eccessivi guadagni solari dovuti ai periodi di maggiore surriscaldamento siano controllati, ad esempio agendo sul ridimensionamento delle aperture, ma allo stesso tempo assicurando agli ambienti un adeguato valore di luminosità diurna per tutto l'anno; ciò comporta una riduzione dell'uso dell'illuminazione artificiale durante il giorno, con **conseguenti risparmi energetici**.

Il bilancio tra riscaldamento, raffrescamento e illuminamento naturale rappresenta quindi l'aspetto

cruciale per la scelta dell'orientamento e del dimensionamento delle aperture.

Il disegno delle aperture generalmente dipende dalla destinazione d'uso degli ambienti, ed in particolare dai regolamenti edilizi, che impongono il controllo dei minimi standard delle superfici vetrate. Spesso però ciò esula dal rispetto di tali parametri, talvolta per l'impossibilità di scegliere delle alternative, ci si trova ad affrontare problemi che riguardano il surriscaldamento, fenomeni di abbagliamento indesiderati, in estate, o aumento della dissipazione del calore, nel periodo invernale. L'impiego di dispositivi schermanti, come aggetti, scuri o vetri ad elevate prestazioni, allora consentirà al progettista di correggere o limitare gli effetti negativi di orientamenti sfavorevoli o di ampie superfici vetrate.

Ciò è valido per le aperture poste sulle superfici rivolte a sud; il dimensionamento delle aperture rivolte verso nord invece, è meno condizionato dalle variazioni stagionali e quindi può essere determinante essenzialmente per il soddisfacimento dei requisiti di illuminamento naturale, ventilazione e di accumulo termico in inverno.

In molti climi temperati controllare il carico termico dovuto alla radiazione solare è sufficiente a prevenire ed evitare il surriscaldamento degli ambienti interni. Un oggetto in copertura può schermare una superficie vetrata in modo tale da evitare che la radiazione solare estiva, ma consentendo ai raggi invernali - più bassi - di raggiungere la superficie che così lavora come collettore solare accumulando e trasmettendo calore. In funzione della latitudine e delle caratteristiche climatiche l'oggetto può subire delle variazioni o può essere regolato: in inverno e in primavera può essere tolto o represso per far sì che la superficie riceva il massimo della radiazione solare.

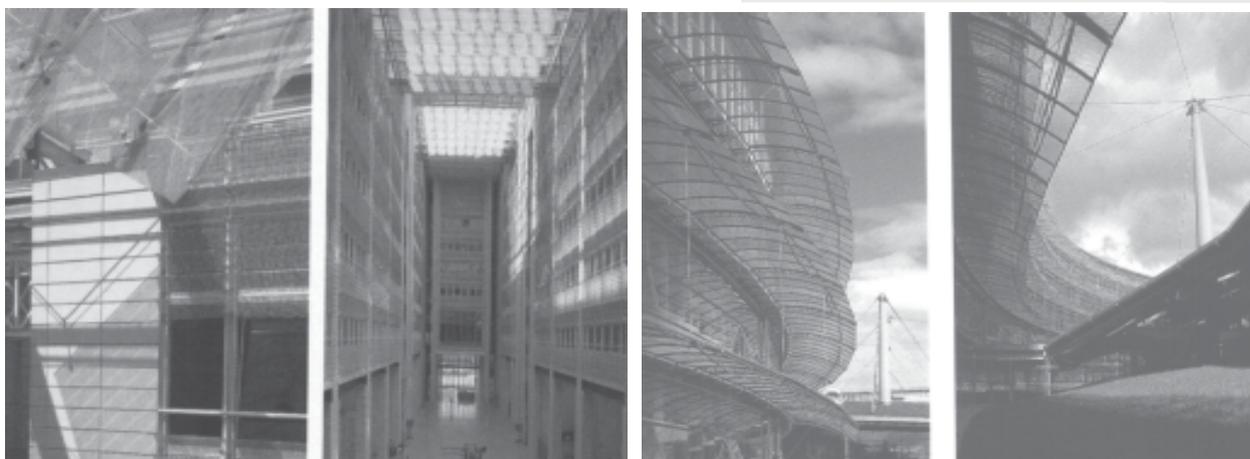
Mensole, aggetti, schermi verticali, o altri sistemi di ombreggiamento possono essere disegnati e progettati per raggiungere diverse configurazioni di ombreggiatura al variare delle stagioni.

Nella maggior parte dei climi la radiazione solare pomeridiana (e che proviene da ovest) è quella che provoca il maggior apporto termico, per cui può essere ragionevole pensare ad una forte schermatura sul prospetto dell'edificio orientato ad ovest. Sul lato est invece è preferibile avere una minore ombreggiatura per consentire, al mattino, ai raggi solari di bilanciare l'abbassamento della temperatura verificatosi durante le ore notturne.

Consideriamo un oggetto su una facciata esposta a sud, in una località costiera del centro-nord Europa: in continua presenza di condizioni di cielo coperto (Inghilterra per esempio) la porzione di cielo più luminosa è quella più alta, giusto quella che la presenza dell'oggetto schermerebbe; così per una data superficie vetrata l'illuminazione naturale potrebbe essere compromessa e fortemente ridotto. In ogni caso la superficie vetrata potrebbe essere aumentata ed incrementata per compensare questo effetto, ma facendo in modo che una parte rimanga sempre schermata per evitare la radiazione solare estiva.

L'aumento della superficie vetrata in ogni caso contribuisce all'aumento della dispersione termica in inverno, che forse potrebbe essere compensato dalla maggior quantità di radiazione solare incidente sul vetro, a meno che non si utilizzano i doppi vetri sulla facciata a sud. Questa ultima soluzione potrebbe essere favorevole per potenziare ed utilizzare al massimo l'apporto termico dovuto alla radiazione solare in primavera, anche perché il problema dell'eventuale surriscaldamento in estate è risolto per la presenza della schermatura.

Sembra che, in termini energetici, l'uso di un oggetto in questo caso, provoca il maggior risparmio energetico. Comunque, anche in termini di comfort termico, in un edificio che non presenta alcun impianto di condizionamento, questa soluzione è molto vantaggiosa. Inoltre si ottiene all'interno un incremento del livello



26 Torre Debis a Berlino

27. Scuola internazionale di Lione.

di comfort visivo perché si riduce il fenomeno dell'abbagliamento.

Nel clima del sud Europa la situazione è diversa: il cielo è prevalentemente limpido e il soleggiato per tutto l'arco dell'anno, con estati molto calde, per cui il controllo e la protezione dalla radiazione solare diretta è di fondamentale importanza, anche per le superfici vetrate più piccole.

Un altro fattore di grande importanza è che, oltre ad avere radiazione solare diretta, ci troviamo quasi sempre in presenza di un cielo uniformemente luminoso su tutta la volta celeste, a cui si aggiunge una significativa quota di radiazione riflessa dal suolo.

In questo caso l'aggetto sarebbe una soluzione poco efficace, avendo un impatto minore sul controllo del livello interno di illuminamento. Sembra allora che l'aggetto, in queste circostanze, può essere utilizzato con estrema sicurezza come sistema di schermatura fisso, perché non penalizza dal punto di vista energetico. Si può notare facilmente come questa strategia sia diventata soluzione tradizionale nei paesi del sud Europa: le finestre, profondamente arretrate rispetto alla superficie esterna del muro, presentano sia un aggetto superiore, sia le persiane.

“Barcellona: “...L'alloggio fu sistemato per assicurare il fresco negli appartamenti e. .. le case furono dotate di dispositivi che dovevano rappresentare più tardi elementi di dottrina. In a), una profonda loggia; in b), lamelle di cemento formanti gelosie e ruotanti orizzontalmente; in c), la casa è sopraelevata su un vuoto dove regna l'ombra; a), costituiva dunque un primo frangisole; b) un altro frangisole (e questo servirà più tardi)”.

Algeri: “...A Nord e forse ad Est, noi potevamo conservare puramente e semplicemente un pannello di VETRO integrale, ma a Sud e ad Ovest bisognava installare un frangisole.

Questo era fatto da alveoli che costituivano cassoni di circa 80 cm. di profondità su 70 di altezza circa, capaci di provocare un'ombra efficace. Dispositivo che si installa a qualche centimetro sul davanti della parete di vetro e che è mantenuto agganciato ai soffitti che facevano sbalzo a ogni piano.

La difficoltà stava ad Ovest poiché il SOLE più fastidioso è all'ora del tramonto, quando proietta raggi luminosi orizzontali; il nostro frangisole si rivelava inefficace e dovette essere rimpiazzato da lamelle, questa volta verticali, e disposte perpendicolarmente (a) o obliquamente (b) alla facciata, il tutto essendo regolato dall'orientamento della facciata. Gli schermi così creati costituivano un prolungamento architettonico significativo, una specie di balcone o loggia... “ Da Architecture and Energy” ENEA, Roma, 1997.

1.5 Forma e orientamento dei sistemi di schermatura

Tradizionalmente, gli edifici nel sud dell'Europa offrivano in estate condizioni ambientali interne confortevoli o quasi confortevoli, cosicché gli occupanti raramente sentivano l'esigenza di un ulteriore raffrescamento. Nelle costruzioni recenti si sono trascurati principi basilari di progettazione, con il risultato che è enormemente aumentato l'uso di impianti di condizionamento dell'aria. Ancor più impropriamente, nel nord, molti edifici commerciali sono stati concepiti in modo da rendere indispensabile l'uso dei sistemi di condizionamento.

Durante i periodi caldi dell'anno, diversi sono i fattori che concorrono a creare condizioni ambientali non confortevoli, tra i quali: la temperatura esterna, la radiazione solare, e i guadagni interni dovuti alle persone e alle apparecchiature che vengono utilizzate negli edifici.

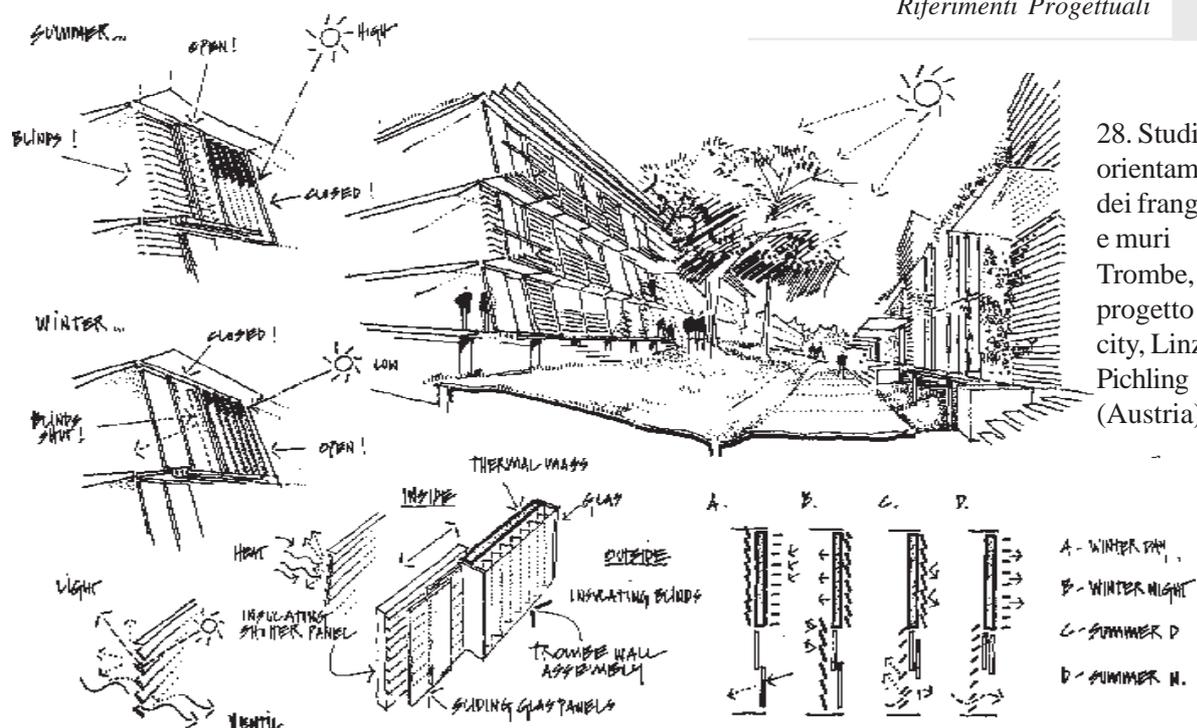
Le strategie per combattere tali fenomeni non sempre sono ininfluenti sulla forma dell'edificio; quelle relative in particolare all'applicazione di sistemi di schermatura solare o l'impiego di strutture pesanti per garantire maggiore inerzia termica, possono avere infatti rilevante influenza sulle caratteristiche architettoniche di un edificio. Il tipo, la dimensione e il posizionamento, di un sistema di schermatura, dipenderà dal tipo di radiazione solare diretta, diffusa o riflessa da schermare. Il componente riflesso è generalmente quella più facilmente controllabile riducendo la riflettività della superficie da schermare. Ciò è facilmente ottenibile tramite l'uso della vegetazione.

La componente diffusa, è un problema assai più difficile da risolvere, a causa del lungo angolo di esposizione dal quale la radiazione deriva. È comunque, usualmente controllabile dai sistemi di schermatura interni o attraverso vetrate speciali schermate. La radiazione solare diretta è quella più facilmente controllabile da sistemi di schermatura esterni. La necessità di schermare qualche volta contrasta con la domanda di illuminazione diurna. Fortunatamente, quando la radiazione solare è controllata si può ottenere un alto livello qualitativo di illuminazione naturale in modo tale da ridurre i raggi solari. Quando la radiazione solare non viene usata per illuminare l'edificio, è necessario bloccare l'ingresso dei raggi solari durante tutto il periodo più caldo dell'anno.

Il frangisole ideale bloccherà al massimo la radiazione solare mentre permetterà la vista e la brezza di entrare attraverso le finestre.

Sono possibili innumerevoli forme di frangisole, con uso di differenti materiali, dimensioni ed angolature di esposizione, le più conosciute geometrie di frangisole sono ben riconoscibili nel lavoro di sapienti architetti, durante gli anni 50', tra i quali: Le Corbusier, Oscar Niemeyer, Richard Neutra, Paul Rudolph, oppure opere attuali di Sir Norman Foster, Sir Richard Rogers, Renzo Piano, Michael Hopkins, Nicholas Grimshaw e molti altri. Per una maggiore comprensione dell'influenza dell'orientamento dell'edificio nei confronti dell'elemento schermante analizzeremo con le seguenti tabelle le differenti soluzioni architettoniche ottenibili. In climi di estremo caldo, se i frangisole sono posizionati sulla facciata sud, sud est e sud ovest, il sistema a lamelle verticali o orizzontali deve avere una spaziatura molto ravvicinata per essere efficace. Il problema maggiore dell'ombreggiatura infatti è quello di bloccare i raggi solari per alcuni angoli di incidenza molto bassi, per questo motivo i sistemi a lamelle verticali sono molto efficaci, rispetto anche ad angoli più ampi.

Ci sono comunque alcuni tipi di veneziane che presentano il passo tra le lamelle notevolmente ridotto, circa 2-3 cm., e allo stesso tempo sono molto funzionali senza impedire la vista all'esterno.



28. Studi di orientamento dei frangisole e muri Trombe, nel progetto Solar city, Linz - Pichling (Austria)

Orientamento dei sistemi di schermatura; Climi caldi					
Sud	Nord	Est	Ovest	Sud-Est	Sud-Ovest
orizz.	vert.	orizz o vert a lamelle		orizz o vert a lamelle	

FRONTE SUD schermatura orizzontale

I sistemi di schermatura orizzontali posti sulla facciata sud sono ottimi in estate quando il sole è alto in cielo. Lo stesso sistema è meno efficace se posizionato sulla facciata est, o sud-est o sud-ovest.

FRONTE NORD

FRONTE EST schermatura verticale

Le facciate est ed ovest sono difficilmente schermabili a causa dei raggi di incidenza del sole bassi al mattino ed al pomeriggio; la soluzione migliore quindi per questo tipo di orientamento, è data da sistemi a lamelle sia orizzontali che verticali, meglio se regolabili. Tale sistema per essere altamente efficiente deve presentare una distanza tra le lamelle molto ridotta, con il rischio di ridurre però la visuale dall'interno.

FRONTE OVEST schermatura verticale

SCHEMATURE PER ESTERNO

Lucia Ceccherini Nelli





4.1. Torri di ventilazione e Palenque Expo 92, Siviglia.

4.1 Sistemi di schermatura per esterni

In una fase storica come quella attuale, stiamo assistendo alla pedonalizzazione di molti centri storici e centri di quartiere, che porta a riscoprire l'importanza delle strade e delle piazze percepite nuovamente come luoghi di socializzazione e matrici dello spazio urbano, le possibilità di relazione e di aggregazione umana sono facilitate dalle caratteristiche degli spazi esterni, dalla possibilità di una loro fruizione nel tempo il più possibile indipendente dalle condizioni meteorologiche e questo si può ottenere cercando di intervenire sul microclima ambientale con tecnologie bioclimatiche e con costi contenuti e che queste tecniche sono compatibili con gli aspetti funzionali e ambientali della progettazione urbana.

La considerazione degli spazi esterni nella progettazione bioclimatica non significa che ogni cortile o spazio aperto possa essere considerato un elemento di controllo del clima: numerosi sono i parametri da soddisfare e le considerazioni che a partire dal tipo di clima determinano le caratteristiche di uno spazio controllabile nel suo microclima. Questi parametri, che possono essere oggetto di modifica delle condizioni degli spazi esterni di progetto e che rappresentano le variabili che definiscono il clima ambientale in ogni situazione, sono gli stessi che influiscono nella progettazione dell'architettura:

- Irraggiamento solare diretto
- Temperatura delle superfici circostanti
- Temperatura dell'aria
- Velocità dell'aria
- Umidità relativa

Nelle applicazioni agli spazi esterni tuttavia le caratteristiche specifiche del luogo di intervento sono ancora più determinanti nella concezione del progetto, e nonostante la tradizione e la cultura architettoniche abbiano trattato da sempre il tema degli spazi esterni, sono ancora poche le realizzazioni affrontate con piena competenza della materia e supportate da studi e verifiche sufficientemente scientifici. Fra le opere recenti una delle più significative è certamente quella dell'Expo 92 di Siviglia, sia dal punto di vista degli investimenti, sia per l'afflusso di pubblico, che da un punto di vista metodologico ha rivelato che ci sono profonde differenze fra i sistemi convenzionali di condizionamento applicati agli edifici ed il trattamento degli spazi esterni, e che in quest'ultimo caso il rapporto fra architettura e sistemi impiantistici diventa un unico problema progettuale che deve essere affrontato in questi termini fin dall'inizio, con accurati strumenti di verifica. Anche sistemi di intervento concettualmente corretti possono rivelarsi inadeguati nella specifica applicazione progettuale, in quanto non si possono assumere passivamente modelli di attuazione, ed ogni situazione presenta parametri e caratteristiche originali che devono essere risolti con una collaborazione nel progetto di vari apporti specialistici.

La maggior parte delle schermature per esterni sono utilizzate per ombreggiare aree coperte con serre, pensiline o coperture di altro tipo.

I frangisole da utilizzarsi possono essere del tipo orizzontale, ad elementi verticali o inclinati.

L'ombreggiamento di Anfiteatri e stadi all'aperto come altri spazi di grandi dimensioni da coprire sono stati risolti spesso con membrane in tensostruttura, infatti con tale materiale è possibile coprire lunghe distanze. In



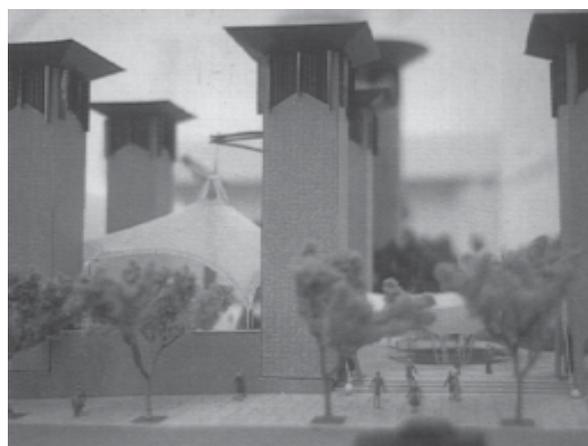
4.2. Progetto per il cielo geometrico che si affaccia sul Paseo del Prado, Madrid.

Aree climatiche piovose sono spesso utilizzate le membrane in tessuto impermeabile, mentre nei climi caldi non piovosi sono preferibili membrane traforate, per rendere più aeree e leggere le coperture e funzionare più propriamente come schermature.

4.3. Copertura per esterno per alcune aree di Beirut, sezione.



4.4. Oasi solare a Phoenix, U.S.A.



Sistemi	Coefficiente di schermatura
Vetro trasparente spessore	1.00
Vetro trasparente spessore	0.90
Calore assorbito trasmesso	0.50-0.80
riflesso	0.20-0.60
Sistemi di schermatura interni	
Veneziane	0.45-0.65
Rotolante	0.25-0.60
Curtains?	0.40-0.80
Schermature esterne	
grigliato	0.10-0.30
aggetto fisso	0.10-0.60
elementi verticali	0.10-0.60
alberi	0.20-0.60

4.1.1 Coefficiente di schermatura

I differenti sistemi di schermatura possono essere associati al concetto di Coefficiente di schermatura, in questa sede i vari parametri che assoceremo a differenti sistemi sarà usato soltanto a titolo comparativo.

Coefficiente di schermatura per differenti sistemi (tratto da Norbert Lechner, "Heating, cooling, lighting")

4.2 Le Pensiline

Le pensiline costituiscono una particolare forma di protezione delle aree esterne dalle intemperie, limitata generalmente alla struttura di copertura, che oltre alla funzione di riparare dalla pioggia o di ombreggiare l'irraggiamento diretto del sole, hanno assunto un significato autonomo, di segnale urbano, che indica una concentrazione di traffico pedonale e un luogo privilegiato di sosta e di servizio. Non tutte le pensiline sono necessariamente legate ad una fruizione pedonale: in molti casi la copertura costituisce la componente di un edificio ed è finalizzata alla protezione di un'area di movimentazione merci, o allo svolgimento di attività all'aperto o con prevalente funzione simbolica per sottolineare un accesso o un percorso principale.

Da un punto di vista strutturale le pensiline non costituirebbero una tipologia particolarmente interessante, tuttavia proprio per la loro funzione di arredo urbano e per la loro diretta percezione al pubblico divengono esercizio di architettura, luogo di esibizione, allusione di tecnologie e forme che sono proprie di opere più importanti. Non a caso troviamo quasi tutti i sistemi costruttivi più avanzati rappresentati in queste realizzazioni, dalla tecnologia del vetro strutturale, alle tensostrutture, ai sistemi strallati, al legno lamellare, e spesso utilizzati da quegli stessi architetti che ne hanno firmato gli esempi più importanti.

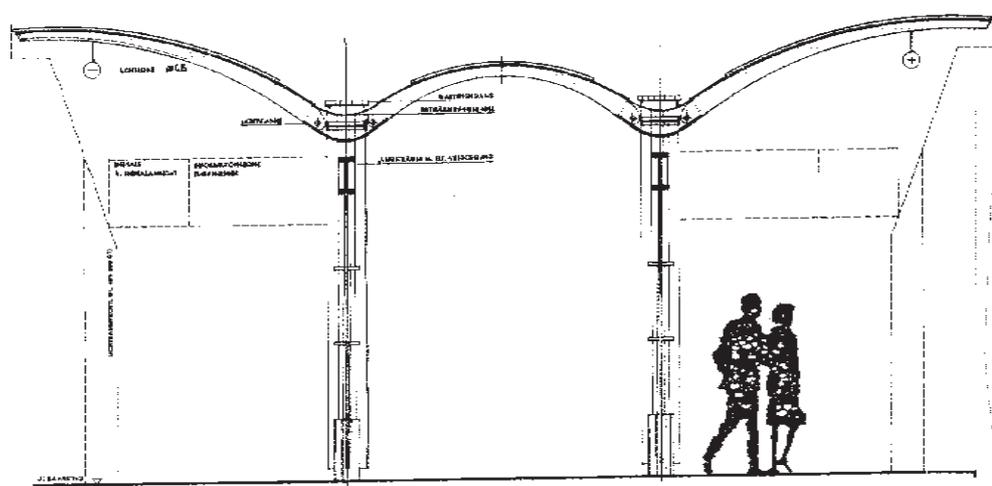
Le pensiline tuttavia conservano la loro valenza in termini di architettura bioclimatica, riuscendo a migliorare le condizioni

del clima esterno attraverso l'ombreggiamento nei climi caldi o il riparo dal vento o dalla pioggia nelle stagioni fredde, e possono trovare in questa funzione numerosi riferimenti ad applicazioni analoghe e ai principi che guidano la progettazione delle aree esterne.

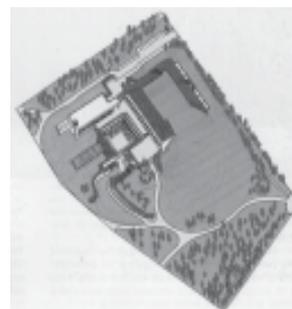


4.5 Pensilina Expo 92

4.6. Copertura per banchine a Berlino
 Il nuovo progetto prevede l'integrazione di pannelli fotovoltaici alle banchine per stazioni in Germania. Il modello sperimentale prevede 35 KWp.



4.7 Sistemazione esterna alla palestra a Chofu-shi, Tokyo



4.3 Progettazione del Verde

La progettazione del verde può migliorare il microclima sia invernale che estivo, offrendo ombra, raffrescamento per evaporazione a canalizzazione delle brezze estive, o barriere frangivento in inverno. La vegetazione assorbe largamente la radiazione solare, contribuendo a mantenere l'aria e il terreno sottostante freschi, mentre l'evapotraspirazione può ulteriormente abbassare le temperature.

Alberi, arbusti a viti possono proteggere d'estate dalla radiazione solare ad alberi a piante a foglia decidua permettono d'inverno una maggiore penetrazione solare. Misure di controllo della radiazione solare a di canalizzazione dalle brezze possono creare luoghi piacevoli per attività esterne.

L'architettura e la natura

L'arte del costruire è anche espressione del bisogno dell'uomo di manifestare la propria collocazione nello spazio terrestre.

La ricerca è rivolta a migliorare la qualità della vita attraverso l'introduzione di tecnologie più "naturali" nell'illuminazione, nel riscaldamento, nel raffreddamento e nella ventilazione degli ambienti.

L'importanza di queste applicazioni non è limitata solamente al risparmio energetico ma riguarda anche la diversa qualità della luce e il rapporto con il clima esterno, che può costituire un importante fattore di miglioramento della qualità dello spazio architettonico.

La salubrità ambientale fa supporre l'esistenza di alcune condizioni i cui fattori fondamentali sono l'irraggiamento solare e i fenomeni meteorologici ed atmosferici. L'uomo dispone di alcune risorse a cui può ricorrere per correggere gli effetti di questi fattori, indipendenti dalla sua volontà:

- sistemazioni superficiali del luogo;
- organizzazione tipologica dei luoghi e distribuzione equilibrata degli spazi;
- modalità costruttive degli spazi chiusi.

Tramite queste tecniche l'uomo può modificare a suo vantaggio la natura dei luoghi ed il microclima, in modo da rendere l'ambiente più ospitale e gradevole.

La vegetazione

Nella vegetazione il progettista trova il principale e più vario materiale da costruzione; infatti le piante danno vita e colore agli spazi verdi dei quali indicano i cambiamenti stagionali. Gli elementi che differenziano la vegetazione sono:

- il portamento
- la forma della massa vegetale
- il colore
- il fogliame
- i fiori
- i frutti
- le parti legnose (fusto, branche, rami, corteccia)



4.8 Sistemazione
esterna del Workshop
dell'UNESCO a
Genova

La completa stratificazione delle piante in base all'habitus comprende diversi tipi:
striscianti, - piante erbacee,
a portamento eretto, - piante suffruticose
tappezzanti, - piante arbustive
cespugliose, - piante ad alberello, - piante arboree di terza, seconda e prima grandezza

Sfruttando il diverso habitus si possono ottenere effetti spaziali interessanti ma è necessario che la stratificazione non nasconda nessuno dei componenti, che invece devono essere messi in evidenza.

Gli accostamenti devono essere eseguiti attraverso una buona conoscenza delle caratteristiche morfologiche e di sviluppo delle specie.

Il colore della vegetazione è l'elemento di maggior effetto nella progettazione delle aree verdi.

L'uso dei colori consente di mettere in risalto luci e ombre, la cui alternanza è essenziale per dare vita ad un paesaggio.

Il fogliame è l'elemento base per la funzione ornamentale perché è caratterizzato dalla sobrietà e dalla durata.

Le fioriture sono l'elemento ornamentale più ricercato, ma non è corretto impostare la composizione su questo carattere perché la fioritura è sempre temporanea.

Alcune specie di piante possono avere pregio ornamentale durante l'inverno per il colore o per il disegno della corteccia.

Per creare un equilibrato **rapporto tra natura e architettura** sono state adottate numerose varianti di tetti d'erba e di pareti verdi. Queste tipologie possono svolgere numerosi usi e funzioni, soprattutto all'interno degli spazi urbani.

Aspetti tecnologici

La realizzazione di rinverdimenti sui tetti e sulle facciate può migliorare le condizioni climatiche dentro l'edificio e può determinare una buona conservazione delle opere edili. Infatti attraverso l'opera di intercettazione dei raggi solari, i tetti verdi permettono un migliore isolamento termico dell'edificio. Tale isolamento mediante coperture sormontate da terra è caratteristico delle costruzioni "bioclimatiche". I tetti verdi quindi hanno un ruolo importante anche nella salvaguardia della tenuta dello stato impermeabilizzante, che spesso va incontro a processi fotochimici causati dagli agenti atmosferici con conseguente invecchiamento e decomposizione dei materiali. L'impermeabilizzazione è soggetta anche a fenomeni di contrazione durante i periodi di siccità e a fenomeni di dilatazione e successiva contrazione a causa degli sbalzi termici. Con la realizzazione dei rinverdimenti questi fenomeni di degrado sono limitati permettendo un allungamento della vita dello stato impermeabilizzante, azzerandone i costi di manutenzione.

Le coperture verdi possono svolgere un'importante funzione coibentante sull'edificio in quanto rendono possibile la diminuzione degli sbalzi termici.

L'effetto di isolamento del tetto verde è dovuto sia al complesso piante-substrato di coltura che, soprattutto, ai prodotti utilizzati per il drenaggio.



4.9 Facciata verde in una Villa in Lombardia

Questo fenomeno permette un miglioramento delle temperature dentro le abitazioni ed una diminuzione dei costi energetici; infatti le dispersioni di calore nei mesi invernali e quindi le spese di riscaldamento possono essere limitate del 50%. Invece in estate, grazie all'ombreggiamento ed al meccanismo dell'evapotraspirazione è possibile avere una diminuzione di 3-4°C rispetto alla temperatura dell'aria esterna (25-30°C).



4.10 Fitta vegetazione del giardino sul fronte sud di un Villaggio in Australia



4.11 Pareti fiorite di villa Rambdaudi di Santrè a Cuneo

4.12 Giardino d'inverno a Hokkaido Giappone.



4.4 Il giardino pensile

I giardini pensili sono separati dal terreno naturale da una struttura artificiale e possono essere situati a qualsiasi livello dal suolo. Spesso l'uso di balconi, terrazzi, coperture piane degli edifici come aree verdi di riposo, rappresenta l'unica nota verde nell'affollato ambiente urbano e costituisce una potenziale risorsa di grande valore.

Il loro impiego può creare più spazio per il tempo libero e ridurre la sensazione di isolamento che si viene a determinare negli abitanti di palazzi molto alti; quindi i giardini verdi rappresentano un mezzo del rapporto con l'esterno. Alcune volte la vegetazione ricopre la casa che l'ospita, creando una completa armonia tra l'architettura ed il suo ambiente.

I giardini pensili hanno avuto un ruolo importante soprattutto nell'organizzazione della parte superiore della casa, permettendo la sua integrazione con la terrazza.

Sono state fatte numerose ricerche da parte degli architetti più importanti (Le Corbusier, Suavage, Sant'Elia, Adolf Loos, Jean Renaudie) sulle teorie del "tetto-giardino" e sono state create soluzioni originali di sovrapposizione verticale dei terreni artificiali o di terrazzi sfalsati.

L'uso del giardino pensile è intimamente connesso alle funzioni che vengono svolte a livello del suolo; tuttavia in essi è importante percepire un senso di intimità, sistemandoli in modo da creare un ambiente confortevole e riparato. Essi sono progettati in modo da schermare o da evidenziare particolari visuali esterne, oppure per motivi estetici o come protezione dal vento e dal rumore.

La caratterizzazione del giardino oltre che per la composizione di base (colore, forma, trama) si evidenzia anche con l'uso di tutta una serie di elementi che la possono ulteriormente arricchire.

Molto importante è l'ubicazione del giardino: è fondamentale cercare di integrare il più possibile la composizione con il contesto in cui è collocata.

Anche l'esposizione è uno dei fattori più condizionanti per la scelta delle piante in quanto ogni specie richiede una diversa sistemazione in base alla quantità di luce di cui necessita.

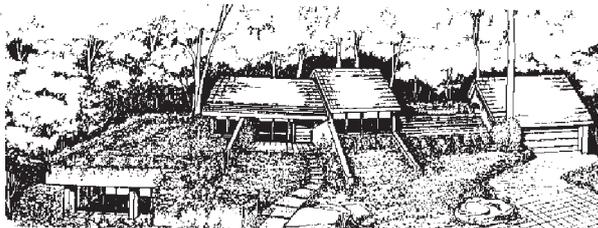
I giardini pensili sono spesso molto esposti ai venti, per cui è necessario proteggerli al fine di renderli il più possibile utilizzabili ed impedire danni alla vegetazione.

I ripari possono essere di vario tipo: schermi artificiali come muri, pareti vetrate, coperture mobili, portici, tralicci e pareti grigliate, oppure ripari naturali realizzati con piante di specie resistenti con fogliame molto fitto. È necessario comunque non ostacolare il vento in maniera troppo radicale in quanto esso passerebbe sopra l'ostacolo creando perturbazioni accresciute da un fenomeno di corrente; è consigliabile quindi, usare schermi semi-permeabili e studiare il loro posizionamento in funzione all'orientamento dei venti dominanti.

I giardini pensili richiedono particolari accorgimenti, dovendo garantire la stabilità della copertura; prima di trasformare un tetto, un terrazzo, un balcone in giardino è necessario che il fondo sia ben impermeabilizzato, isolato termicamente e con strutture adatte a sostenere qualsiasi peso aggiuntivo.

Le piante dovranno essere sistemate in contenitori stabili, costruiti con un opportuno sistema di drenaggio e spazio sufficiente per le radici.

Quando si scelgono le caratteristiche di un terreno artificiale per un giardino pensile vengono considerate, come guida, le proprietà di un terreno naturale. Ricostruire un suolo significa garantire un adeguato drenaggio che permetta lo scorrimento delle acque in eccesso, evitando così la stagnazione a livello delle radici.



4.13 Residenza a Castle hill in Australia

I giardini pensili sono per definizione isolati dal suolo e perciò non possono beneficiare dell'umidità delle falde sotterranee. I bisogni d'acqua variano secondo le specie scelte, la natura del terreno e il clima. È di grande utilità e di notevole efficacia l'uso di irrigazione del tipo:

- mini-aspersione: ha il vantaggio di pulire i fogliami dal pulviscolo atmosferico, la cui deposizione è particolarmente elevata nelle grandi città. Questo tipo di irrigazione è sensibile al vento ma presenta buone prestazioni agronomiche, anche se consuma più acqua;
- micro-irrigazione: il principio è di porre, al piede di ogni pianta, un gocciolatore. Questa tecnica permette di limitare lo sviluppo delle eventuali erbacce, in quanto è molto localizzata. Essa consuma meno quantità d'acqua rispetto agli aspersori perché limita l'evaporazione. La micro-irrigazione è il sistema più adatto per le piante poste nei contenitori o nei vasi difficilmente irrigabili;
- irrigazione sotterranea con tubi porosi: si tratta di interrare tra 20 e 30 cm di profondità una rete di tubi di materiale tale da permettere il passaggio dell'acqua solo quando il tubo è sotto pressione;
- irrigazione-drenaggio: il vantaggio è di permettere una padronanza ed un'economia ottimale dell'acqua nella stagione asciutta, creando vasche a tenuta stagna che permettono di immagazzinare le acque di drenaggio.

4.14 Villaggio Nakano a Tone-gun, Giappone





4.5 Le coperture verdi

Tra i giardini pensili, assume particolare importanza la qualità e la tipologia della copertura, elemento strutturale sul quale impostare le successive “soluzioni verdi”.

Le coperture hanno quale compito principale la protezione dagli agenti atmosferici; esse sono costituite dall'ossatura portante e dal manto di copertura, che rappresenta la superficie esterna del tetto. Le coperture si possono suddividere in coperture a falde inclinate (con pendenza superiore al 5%) e coperture piane. Tra queste ultime si distinguono le coperture praticabili o a terrazza con inclinazioni che non superano il 2-3%, consentendo un'agevole percorrenza.

L'inclinazione del tetto ha un'importanza tecnico-costruttiva e tecnico-vegetativa e rappresenta un fattore determinante da considerare per la scelta del metodo di piantagione e del tipo di vegetazione da impiegare per il sistema a verde.

Il tetto senza inclinazione è da classificare come caso particolarmente adatto per i metodi di sistemazione a verde con irrigazione per risalita capillare nell'ambito di sistemazioni intensive; questo tipo di coperture deve essere dotato di un efficace sistema per lo smaltimento delle acque.

Per quanto riguarda la struttura delle coperture a terrazzo, vanno previsti gli eventuali effetti dovuti a fenomeni di “strappo” nel manto di copertura, effetti legati a fenomeni di ritiro, di variazione termica e di assestamento agli appoggi.

La tipologia delle soluzioni costruttive si caratterizza per alcune prestazioni: quelle relative all'aspetto igrometrico-energetico e all'aspetto meccanico-statico.

Le prime vengono affrontate sviluppando modelli articolati su sequenze di strati funzionali, collegati e interessati alla gestione delle acque ed al controllo della resistenza termica globale della copertura.

Le seconde vengono risolte mediante sequenze di altri strati funzionali orientati a controllare le tensioni interne e l'equilibrio complessivo.

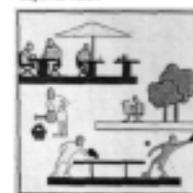
Quindi una prima fase progettuale tende ad individuare i modelli funzionali, orientati a raggiungere e sviluppare le prestazioni dell'obiettivo, mentre una seconda fase è mirata a selezionare quei materiali atti a sviluppare le funzioni primarie richieste.

Le coperture verdi apportano all'edificio vantaggi notevoli a causa della loro elevata valenza ecologica. La creazione di spazi verdi funzionali alla città ed agli individui, l'intercettazione di sostanze inquinanti, realizzazione di aree verdi per la sopravvivenza di flora e fauna, maggiore isolamento termico pertanto riduzione del riscaldamento, fonte di inquinamento ed infine regimazione delle acque meteoriche.

Isolamento termico aggiuntivo



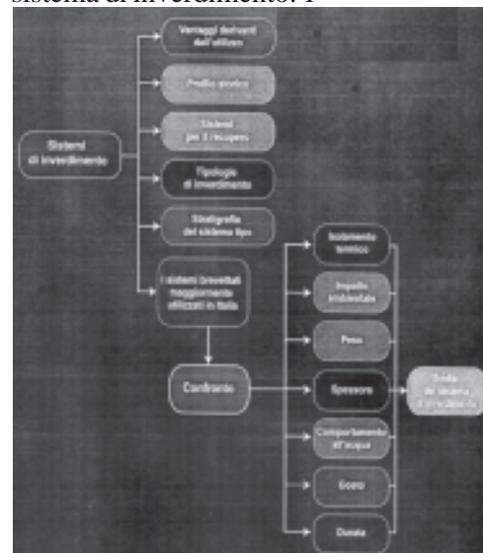
Superfici fruibili



Ambiente di vita per animali e piante



4.15 Schema delle voci componenti un sistema di inverdimento. 1



4.6 Tipologie di verde pensile

Notevoli sono i vantaggi nell'uso di una copertura vegetale rispetto alle coperture tradizionali, in particolare il miglioramento delle condizioni climatiche all'interno dell'edificio oltre che di percezione visiva.

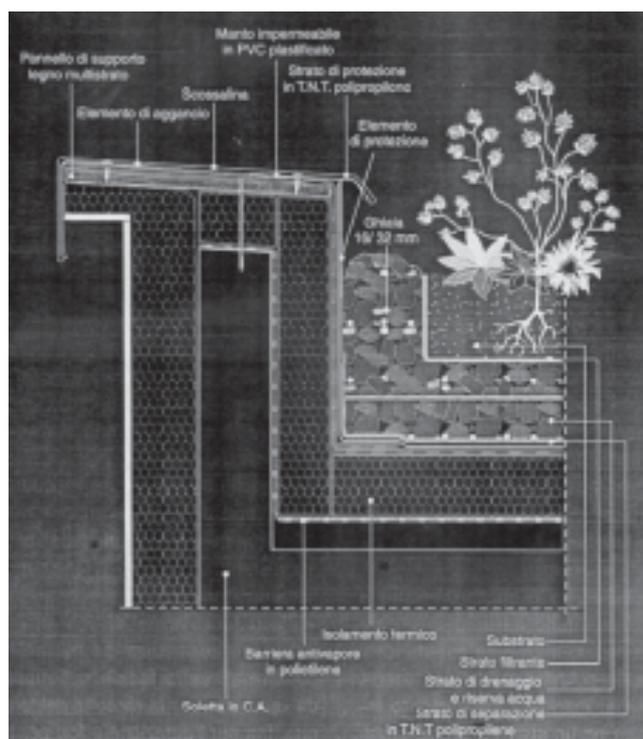
Un sistema di inverdimento per coperture generalmente è composto dai seguenti elementi:

1. un foglio impermeabilizzante antiradice
2. un telo divisorio e protettivo del manto di tenuta
3. uno strato drenante
4. uno strato filtrante, che impedisce il passaggio delle particelle fini di substrato trasportate dall'acqua, per evitare l'intasarsi degli scarichi
5. il substrato: composto da inerti (perlite, ardesia espansa, argilla ecc...) e sostanze organiche (terricci)
6. vegetazione

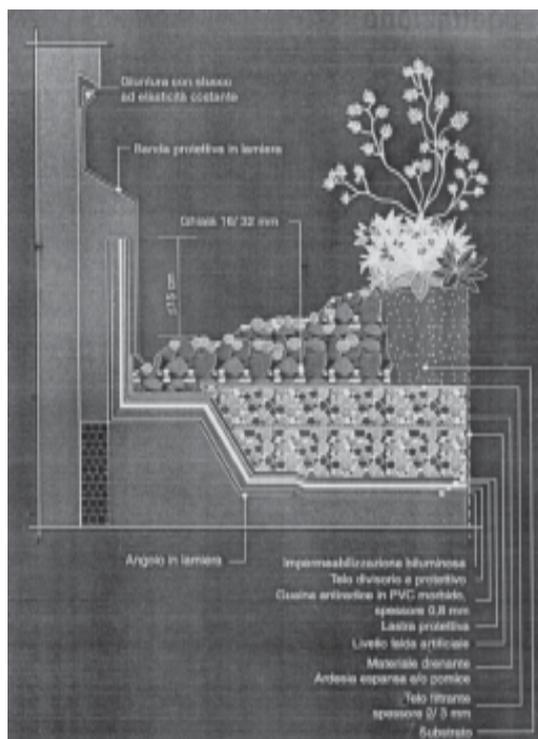
Il generale le tipologie di inverdimento sono due:

1. Inverdimento estensivo o tetto verde
2. Inverdimento intensivo o giardino pensile (semplice)
3. Inverdimento intensivo o giardino pensile (complesso)

4.16 Copertura piana a sistema intensivo, raccordo con gli elementi verticali



4.17 Raccordo della guaina antiradice in PVC a elementi verticali



Tra i tipi di rinverdimento delle coperture e delle facciate degli edifici si possono individuare tre categorie:

- rinverdimento estensivo

Questa tipologia si basa sul fatto che richiede un basso onere di manutenzione e un minor costo di impianto; spesso viene assimilato al paesaggio naturale, anche se viene espresso da associazioni vegetali che in realtà non esistono. Può essere realizzato sia su coperture piane che su quelle inclinate in quanto richiede spessori di substrato di coltivazione alquanto limitati (10 cm); il peso degli strati destinati alla coltivazione delle piante è mediamente di 50-100 kg/m².

Il campo di impiego dei rinverdimenti estensivi è quello delle superfici pensili preesistenti anche di ampie dimensioni, quali garages sotterranei, autosilos, edifici commerciali e industriali.

Per quanto riguarda la scelta delle specie vengono privilegiate soprattutto le piante erbacee caratterizzate da basse esigenze nutritive, elevata resistenza agli stress termici ed idrici, elevata capacità di rigenerazione, assenza dei fenomeni di allelopatia. Quindi le specie utilizzate sono quelle appartenenti al genere Sedum, muschi e felci, bulbose, graminacee e piante aromatiche.

Una volta realizzato il rinverdimento estensivo può essere in grado di accogliere la flora caratteristica del posto, senza però che questa prenda il sopravvento su quella di impianto. Questo tipo di rinverdimento segue la stessa evoluzione del paesaggio naturale, con il tipico mutare stagionale.

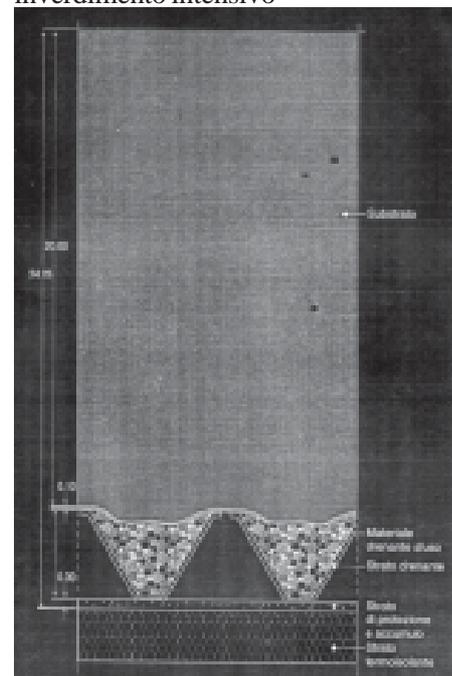
Gli oneri di manutenzione sono generalmente molto ridotti in quanto le cure necessarie sono costituite da asportazione sommaria delle piante appassite e dall'eliminazione di specie non desiderate o sviluppatesi oltre misura. Sono esclusi comunque interventi di concimazione e quelli di irrigazione.

- rinverdimento intensivo semplice

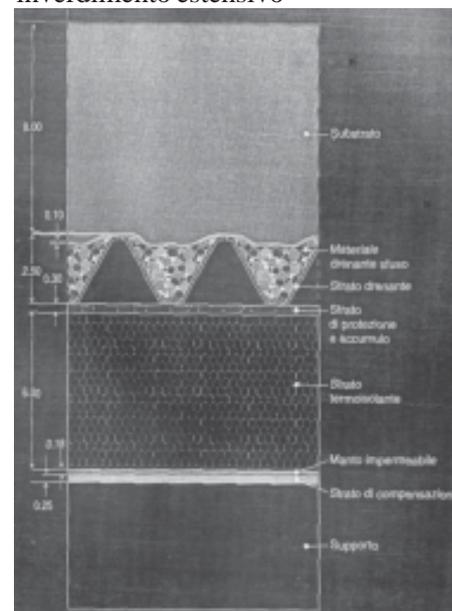
Con questa tipologia si identifica l'impianto di verde pensile che necessita maggiori cure ed è caratterizzato da piante con più esigenze di manutenzione e di impianto. Lo spessore necessario per la coltivazione è maggiore del precedente ed il peso è superiore ai 100 kg/m².

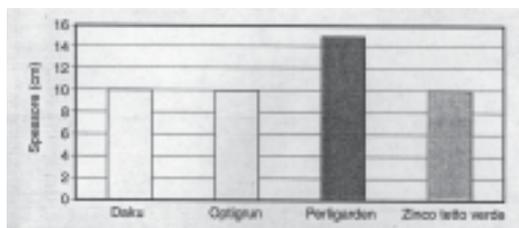
La scelta della specie è meno limitata e possono essere utilizzate sia piante erbacee che arbustive; in particolare sono adatte molte

4.18 Stratigrafia del sistema di rinverdimento intensivo



4.19 Stratigrafia del sistema di rinverdimento estensivo





4. 20 Spessore del sistema di inverdimento intensivo

specie perenni, le graminacee e gli arbusti a portamento tappezzante o che si sviluppano in modo limitato in altezza. Sono da prediligere le sempre verdi e quelle piante che formano abbastanza rapidamente gruppi fitti di vegetazione. Una caratteristica da tener presente è la resistenza agli sbalzi. La scelta fioristica deve essere inoltre effettuata in modo da avere impianti più stabili possibili nel tempo.

Le sistemazioni a verde intensivo semplice devono essere effettuate facendo attenzione alla distribuzione delle piante e alla composizione d'insieme, alla caratterizzazione dei colori e delle altezze e all'entità dei gruppi di ogni singola specie. Questa tipologia ha necessità di irrigazione, concimazione e taglio per garantire la conservazione delle opere verdi.

Anche questo tipo di rinverdimento è particolarmente adatto a coperture piane con limitata capacità di carico; esso può essere realizzato con successo anche su coperture a falda.

- rinverdimento intensivo complesso: **rappresentano la tipologia** di verde pensile più evoluta e con più ampio impiego di tecnologie e di materiali. È caratterizzato da un maggiore costo dell'impianto e dall'esigenza di un programma di cure periodiche. Si presta alla realizzazione di ambienti vivibili e sono utilizzate sui tetti piani con una buona capacità di carico.

Lo spessore del pacchetto destinato alla coltivazione delle piante può essere compreso tra 15 e 60 cm, mentre il peso varia da 150 a 600 kg/m².

L'unico vincolo nella scelta floristica è rappresentato dalle condizioni climatiche che contraddistinguono la zona dove viene realizzato l'impianto.

Con questa tecnica possono essere realizzati impianti a verde caratterizzati da prati, aiuole fiorite, siepi, arbusti, alberi e rampicanti.

Negli edifici a più piani possono essere piantati e coltivati alberi, arbusti e prati, mentre le facciate possono essere ricoperte da piante rampicanti o ricadenti dall'alto.

Le cure necessarie per il mantenimento di questa tipologia sono decisamente maggiori rispetto alle precedenti; in particolare devono essere curate le irrigazioni, le concimazioni e la gestione degli infestanti. In questo caso è consigliabile sviluppare fin dal momento della progettazione un piano di manutenzione proiettato a lungo termine, in modo da assicurare all'impianto uno sviluppo equilibrato e duraturo.

Un'ulteriore classificazione del verde pensile può essere effettuata in base al criterio di diffusione ed estensione del rinverdimento, individuando queste categorie:

- verde continuo
- verde localizzato (fioriere)

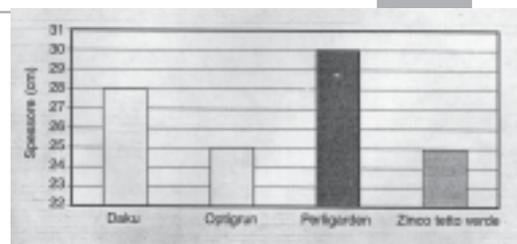
Ogni rinverdimento può essere effettuato con diverse tecniche d'impianto, basandosi su differenti configurazioni vegetali e su criteri di tipo funzionale e compositivo.

Le piante impegnate sono di solito muschi, erbacee perenni, arbusti e piccoli alberi; la scelta è limitata alle specie idonee a vivere sui tetti e a quelle più adatte alle condizioni climatiche, geografiche della copertura in questione.

A seconda delle finalità del giardino pensile e delle variabili compositive e funzionali, si possono impiegare diverse forme di verde:

- tappeto erboso con funzione decorativa e ricreativa;
- gruppi di erbacee perenni e di arbusti bassi;

Le schermature per esterno



4.21 Spessore del sistema di inverdimento intensivo

- gruppi di erbacee perenni o di arbusti più alti;
- piccoli alberi a gruppi o solitari;
- rinverdimenti con piante rampicanti.

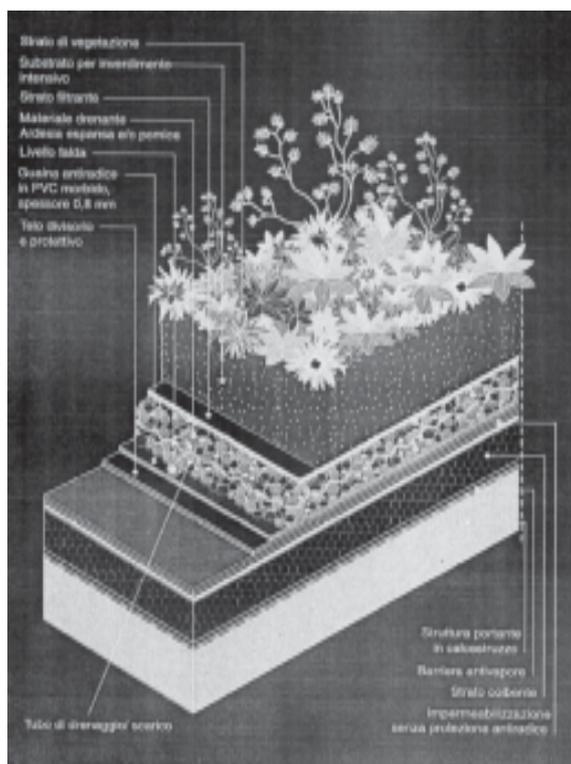
Il dimensionamento del pacchetto degli strati di un rinverdimento dipende soprattutto dalle caratteristiche costruttive del solaio e quindi dalla sua capacità di carico, dall'esposizione, dalle condizioni climatiche e dalle esigenze della vegetazione.

Sistemi di inverdimento brevettati

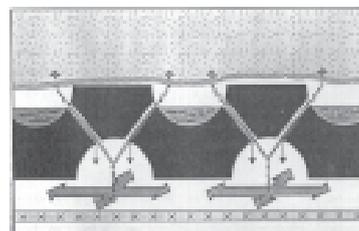
Elemento che caratterizza maggiormente i vari sistemi è il tipo di drenaggio che viene utilizzato. Nella produzione corrente è possibile trovare quattro sistemi con caratteristiche drenanti differenti:

1. DAKU
2. OPTGRUN
3. PERLIGARDEN
4. ZINCO TETTO VERDE

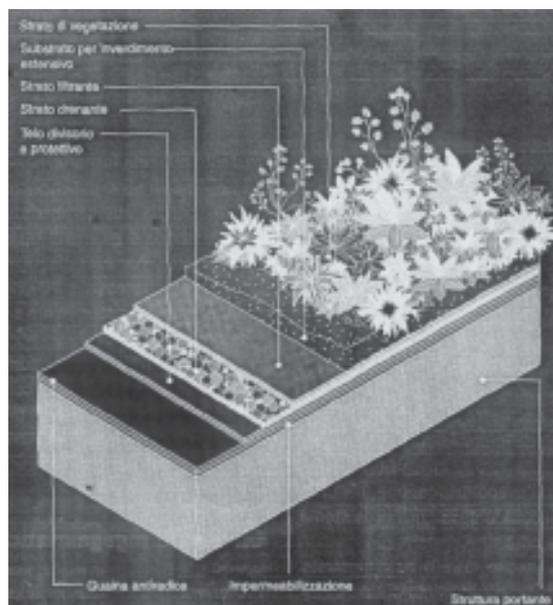
4.22 Sistema Optigrun, inverdimento intensivo



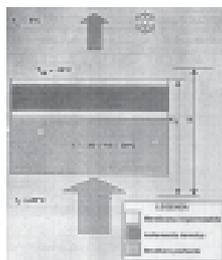
4.23 Sistema Zinco Tetto Verde, sezione pannello



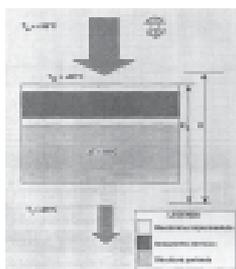
4.24 Sistema Zinco Tetto Verde inverdimento estensivo, stratigrafia



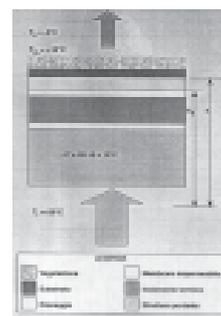
4.25 Flusso termico uscente in una copertura con membrana impermeabilizzante esposta all'atmosfera



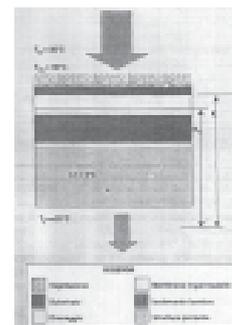
4.27 Flusso termico entrante in una copertura con membrana impermeabilizzante esposta all'atmosfera



4.26 Flusso termico uscente in una copertura con membrana impermeabilizzante coperta da un giardino pensile



4.28 Flusso termico entrante in una copertura con membrana impermeabilizzante coperta da un giardino pensile



DAKU- lo strato drenante è composto da pannelli in polistirene, con camere idriche sul lato superiore e fori per lo smaltimento dell'acqua in eccesso.

OPTGRUN - lo strato drenante è a falda con ardesia espansa e acqua. Il sistema estensivo provvede all'irrigazione attraverso l'acqua piovana mentre quello intensivo è provvisto di condotti e pozzetti di scarico per il controllo del livello dell'acqua.

PERLIGARDEN - lo strato drenante è composto da pannelli in polistirene espanso e perlite espansa. L'acqua eccedente drena attraverso le forature dei pannelli, l'umidità viene inglobata dai granuli di perlite e poi lentamente rilasciata nel terreno per capillarità.

ZINCO TETTO VERDE - il suo strato drenante è costituito da speciali vaschette per la raccolta dell'acqua, fori per l'aerazione e fori per il drenaggio. Le vaschette vengono riempite con del materiale drenante sfuso. Il sistema di inverdimento su posato su di una copertura consente di aumentare l'isolamento termico dell'edificio a causa della presenza della vegetazione e ai prodotti costituenti lo strato di drenaggio, specialmente se si è in presenza di materiali espansi dall'alto effetto coibente.

Nella costruzione di una copertura verde è necessario rispettare alcune norme e direttive l'impermeabilizzazione, l'isolamento, il drenaggio e durata del sistema.

Aspetti ecologici

Con l'inverdimento delle coperture e la presenza di varie specie di vegetazione si incrementano gli spazi verdi a disposizione degli abitanti migliorando il microclima e influenzando due parametri climatici di comfort essenziali, la temperatura e l'umidità presente nell'aria.

Ci sono alcune specie vegetali che consentono di migliorare la qualità dell'aria per la propria caratteristica di assorbire sostanze inquinanti.

La tecnologia dei tetti pensili consente inoltre di ottenere superfici a verde ove la cementificazione non aveva previsto superfici verdi, aumentando, anche se in piccolissima quantità, la presenza di ossigeno nell'aria.

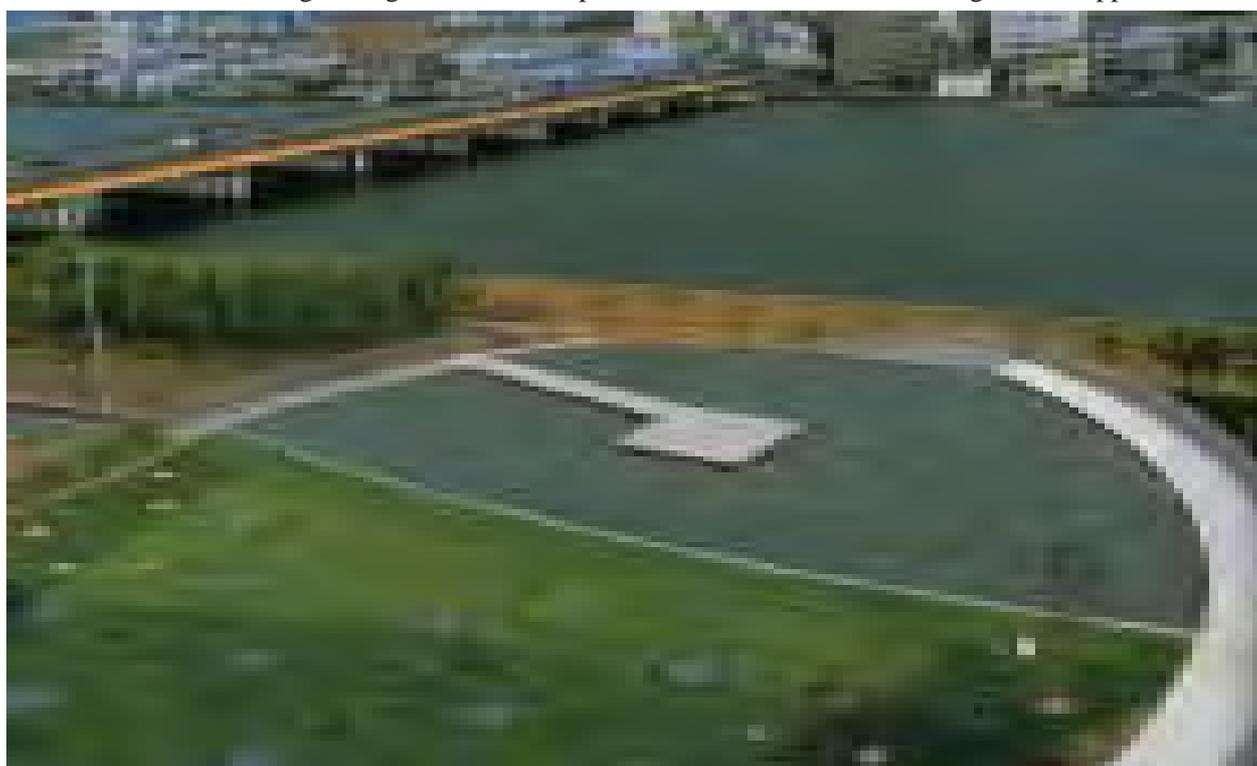
Le coperture verdi hanno anche proprietà fonoassorbenti pertanto contribuiscono a limitare i rumori della città provenienti in particolare del traffico.

La realizzazione di coperture verdi apportano vantaggi notevoli per l'isolamento termico intercettando i raggi solari ed utilizzando materiali isolanti per la loro realizzazione.

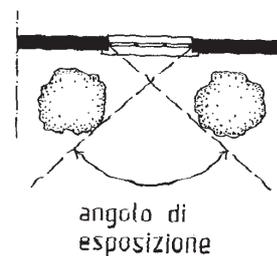
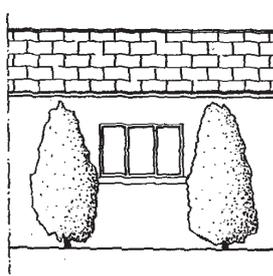
Il manto impermeabile è inoltre totalmente protetto dalla copertura verde, in quanto funge non solo da protezione meccanica e zavorramento ma consente una protezione termica che garantisce vita più lunga al sistema di impermeabilizzazione.



4.29 Realizzazione di un grande giardino sulla copertura del Centro delle Arti a Niigata in Giappone.



4.30 I piccoli alberi se addossati all'edificio si comportano come i setti orizzontali nelle facciate est e ovest



4.7 Le alberature

Il rapporto che c'è fra l'architettura del paesaggio o comunque l'architettura in genere, e la vegetazione intesa come quinta va al di là dei fatti specifici riguardanti le competenze e la pratica professionale e che richiama avvenimenti storici e significati simbolici.

vegetali. Le quinte oggi, però, sono diventate nella pratica professionale corrente come uno specifico capitolo dotato di sperimentate suddivisioni specialistiche, di quinte infatti ce ne sono di vari tipi diversi per genere e per destinazione funzionale, quelle che più ci interessano per la nostre valutazioni in campo energetico riguardano:

- 1) quinte frangivento;
- 2) ombreggiamento.

L' Ombreggiamento

Non tutta la vegetazione, intesa in senso lato, evidentemente produce effetti di ombreggiamento. Alcune "aree verdi" come i prati e pascoli, le colture agrarie e, in una certa misura, anche gli alberi da frutto e il ceduo non producono alcun effetto, oppure producono effetti molto moderati.

Di contro, gli alberi ad alto fusto proiettano ombra sul suolo o sugli edifici, in misura maggiore o minore a seconda della forma della chioma e, naturalmente, a seconda dell'altezza del sole.

In generale, l'effetto di ombreggiamento sul suolo è modesto per le chiome a forma fusiforme ed ovoidale, mentre è sensibile per quelle con altre forme. Di contro sulle pareti verticali degli edifici, l'ombreggiamento può essere rilevante in relazione alla "densità" degli alberi. Un filare di alberi, disposti a distanza molto ravvicinata fra loro, può produrre effetti di ombreggiamento molto sensibili anche se la forma della loro chioma è fusiforme od ovoidale.

L'ombreggiamento provocato dagli alberi sul suolo o sulle pareti degli edifici può costituire un elemento favorevole o sfavorevole a seconda delle stagioni.

In particolare, le alberature producono un effetto positivo in estate

sul suolo

- proteggono le colture a terra, impedendo una eccessiva traspirazione: ciò è particolarmente importante nei terreni aridi o comunque dove è difficile una frequente irrigazione o innaffiamento
- possono determinare luoghi di sosta ombreggiate (per gioco, riposo, svago, ecc.) oppure percorsi pedonali protetti dai raggi caldi del sole

sulle pareti degli edifici

- impediscono il surriscaldamento delle pareti opache, migliorando il comfort termico degli ambienti
- impediscono un eccessivo soleggiamento dei sistemi solari passivi (finestre solari, muri Trombe, serre addossate), riducendo la necessità di schermature mobili artificiali.

Le alberature producono effetti negativi in inverno

sul suolo:

- ostacolando l'evaporazione dell'acqua dovuta alle precipitazioni atmosferiche, possono dare luogo a zone eccessivamente umide poco adatte a determinati tipi di colture
- con temperature esterne fredde (inferiori a 0° C), impediscono lo scioglimento di eventuali croste di ghiaccio formatesi durante le ore notturne sulle sedi stradali o sui percorsi pedonali, con evidenti pericoli per la circolazione

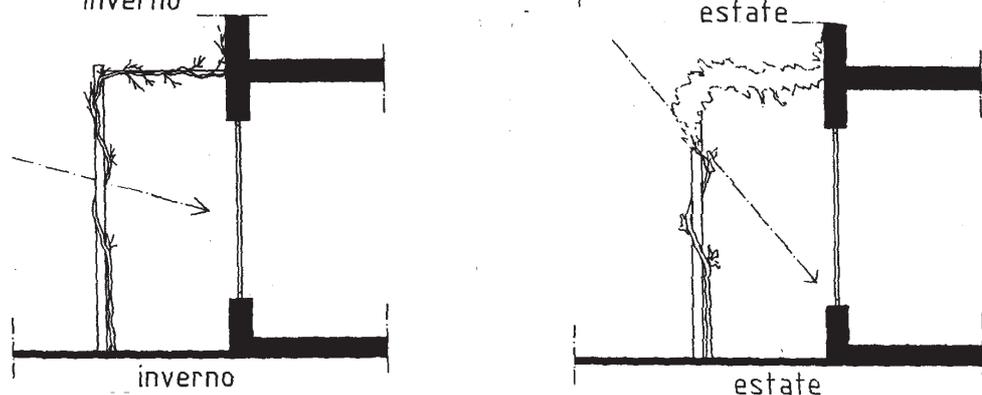
sulle pareti degli edifici

- impediscono il guadagno termico dovuto al soleggiamento sia per le pareti opache, sia per i sistemi solari passivi, la cui efficacia può essere seriamente compromessa
- mantenendo fredde le pareti stesse, possono facilitare fenomeni di condensa all'interno degli ambienti. Dalle precedenti considerazioni emerge l'opportunità di usare alberature a foglia caduca disposte in direzione sud rispetto all'edificio considerato. In tal modo vengono mantenuti gli effetti positivi durante la stagione calda e vengono annullati (o fortemente ridotti) gli effetti negativi durante la stagione fredda.
- Per quanto riguarda la determinazione dell'entità quantitativa delle ombre portate, nelle varie stagioni, e la sua durata durante l'arco della giornata, la chioma del singolo albero o di un insieme di alberi può essere assimilata, con soddisfacente approssimazione, ad un solido geometrico.

2.31 Alberi a foglia caduca



2.32 Pergole



4.8 Uso della vegetazione per il risparmio energetico

Sono stati compiuti numerosi studi sulla possibilità di utilizzare le piante per ottenere un risparmio energetico nelle spese di condizionamento e di riscaldamento delle abitazioni: la sistemazione a verde di un sito non ha infatti solamente effetti positivi sul comfort termico degli spazi esterni, bensì contribuisce in modo significativo a ridurre il carico termico degli edifici localizzati nel sito stesso.

Tale risparmio può essere ottenuto conoscendo bene gli scambi di energia che le abitazioni hanno con l'ambiente esterno.

Questi scambi energetici possono essere positivi o negativi a seconda delle stagioni e possono avvenire principalmente attraverso:

- il movimento di masse d'aria: perfino con finestre e porte chiuse si possono avere scambi energetici dall'interno verso l'esterno (durante l'inverno) e dall'esterno verso l'interno (durante l'estate). Questi movimenti d'aria sono dovuti soprattutto alla presenza di micro-aperture, difficilmente controllabili, nei muri e nei serramenti;

- la conduzione: è il passaggio di calore da molecola a molecola attraverso le strutture degli edifici da una sezione calda ad una fredda. Un altro fattore che può incrementare questo scambio è il vento, che ricambiando completamente l'aria intorno ai muri della casa, impedisce la formazione di uno strato morto di aria più calda che avrebbe funzione coibentante;

- la radiazione: una grossa quantità di energia può essere apportata dal sole i cui raggi possono penetrare dentro l'edificio attraverso le superfici vetrate. L'incidenza di questo apporto è elevata soprattutto nelle prime e nelle ultime ore della giornata, quando i raggi colpiscono perpendicolarmente i vetri delle finestre e li attraversano, limitando al minimo i fenomeni di riflessione. Per questo motivo è importante conoscere il **diagramma solare**, sia durante la giornata che nelle singole stagioni dell'anno, per il posizionamento degli edifici e per la dislocazione delle finestre.

Tramite queste ricerche, la vegetazione può essere validamente utilizzata per controllare due fattori, che sono alla base degli scambi energetici delle abitazioni:

- la radiazione del sole: la vegetazione può esercitare il controllo della temperatura, rendendo più confortevoli le abitazioni e limitando le spese di climatizzazione. Questo controllo viene esercitato influenzando sulla quantità e sulla qualità della radiazione solare che può colpire gli edifici; la chioma degli alberi può assorbire, riflettere o irradiare a sua volta l'energia che riceve dal sole. L'assorbimento è in funzione della densità e delle caratteristiche specifiche della chioma: le conifere e le latifoglie (con una vegetazione densa ed intricata) possono assorbire fino al 75-90% della radiazione solare mentre le piante con la chioma rada assorbono fino al 60%. Per quanto riguarda il controllo delle radiazioni solari gli alberi sono utili soprattutto nel periodo estivo in quanto con le loro ombre possono proteggere gli edifici e limitare il costo del condizionamento, con un incremento di efficienza del 10%.

L'ombra prodotta deve essere massima nei periodi estivi e minima in quelli invernali. Per questo motivo gli alberi lungo il lato sud delle abitazioni (soprattutto le conifere e i sempre verdi) non devono essere alti più della metà della loro distanza dall'edificio in modo che si possa beneficiare del riscaldamento solare durante l'inverno. In questo modo il sole può fornire un terzo del calore per il riscaldamento, con indubbio risparmio energetico.



4.33 Edificio residenziale in Francia immerso ombreggiato dalla vegetazione

- attraverso la vegetazione è possibile controllare anche il vento, fattore influente sul bilancio energetico delle abitazioni. Con una disposizione ragionata delle piante è possibile smorzare l'intensità del vento o deviare e convogliare il suo flusso. Un frangivento formato da alberi e da arbusti può garantire sottovento, la formazione di una zona di parziale quiete pari a circa dieci volte l'altezza della vegetazione. Limitando la pressione del vento sulle abitazioni si diminuiscono le perdite per scambio di masse d'aria e per conduzione.

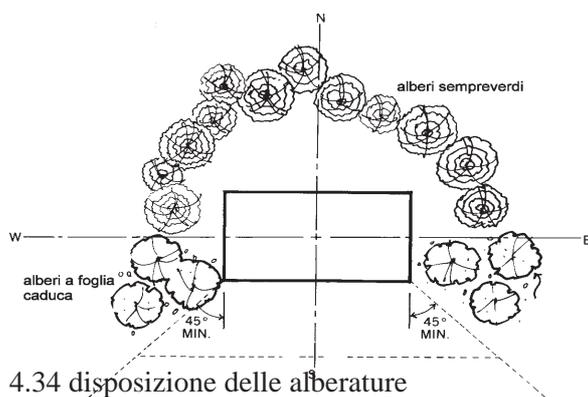
Le caratteristiche di un frangivento devono essere le seguenti:

- orientamento rispetto ai venti dominanti ed all'edificio;
- altezza delle piante e distanza dall'edificio;
- lunghezza del frangivento;
- densità di impianto;
- caratteristica delle piante impiegate.

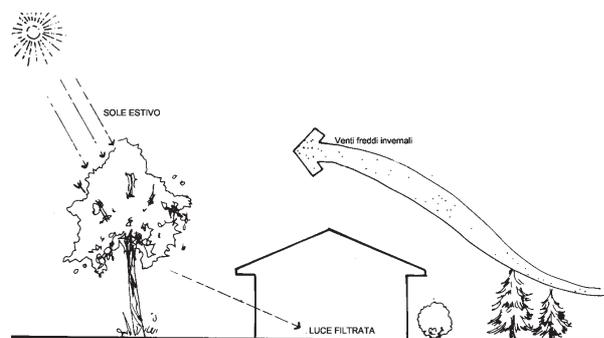
Il frangivento deve essere piantato perpendicolarmente rispetto alla direzione dei venti invernali apportatori di aria fredda; inoltre è importante che la vegetazione sia omogenea per tutta l'altezza della chioma, altrimenti l'efficacia del frangivento potrebbe essere ridotta.

Anche le alberature stradali urbane rappresentano un elemento importante, che con il tempo migliora il valore estetico ed ecologico dell'ambiente.

Le piante in città migliorano le condizioni ambientali in quanto hanno diverse funzioni sia salutari che funzionali. Le barriere vegetali antifaro sono elementi utilizzati per impedire che le luci dei veicoli disturbino il comfort di coloro che abitano nei pressi della strada o di coloro che guidano in senso opposto.

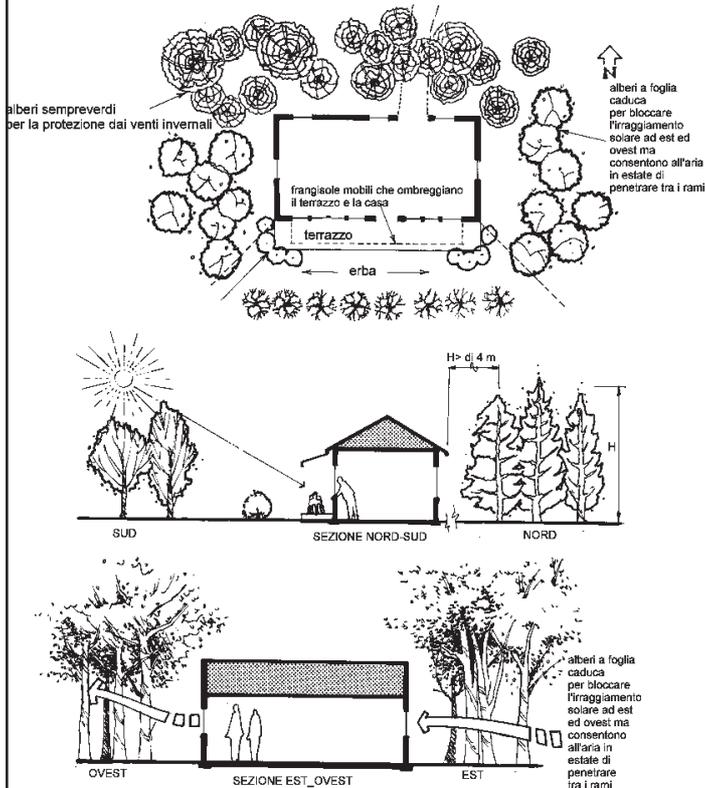


4.34 disposizione delle alberature

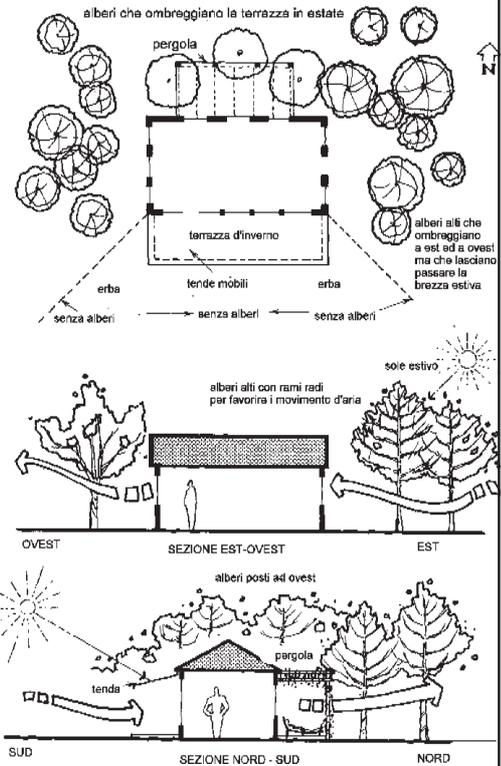


4.35 Le piante proteggono in estate ed in inverno

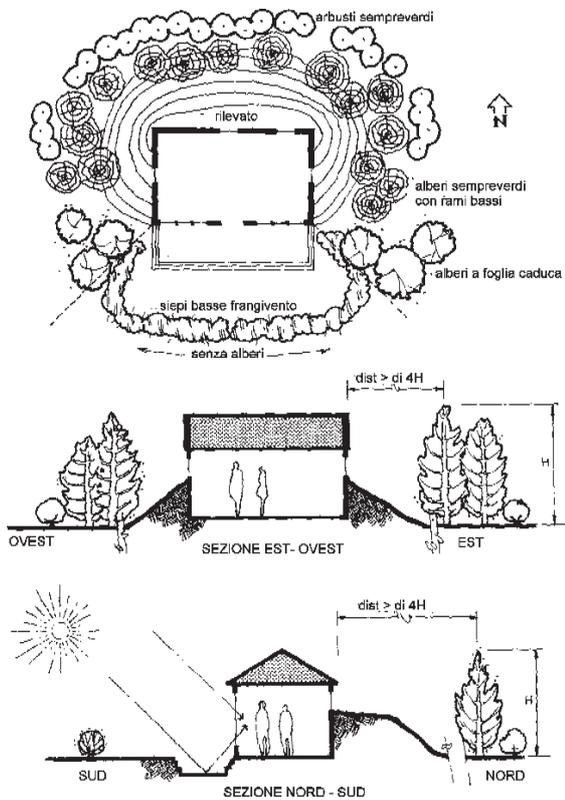
Le schermature per esterno



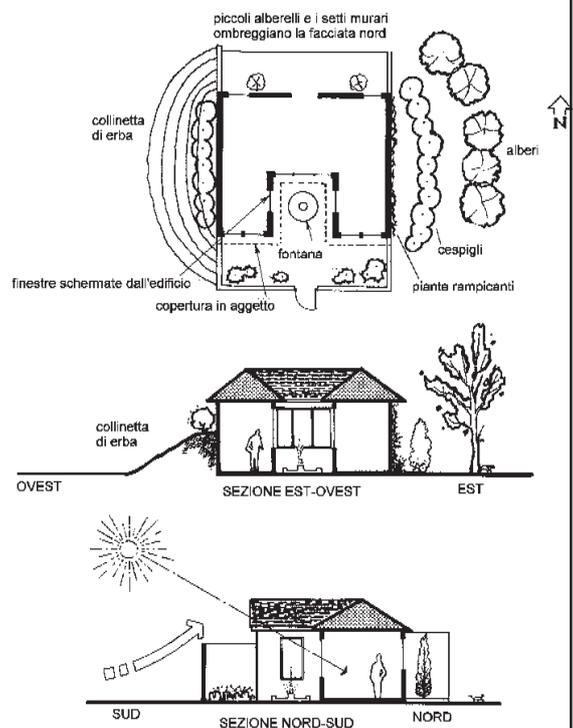
4.36 Tecniche paesaggistiche per climi temperati



4.37 Tecniche paesaggistiche per climi caldo umidi



4.38 Tecniche paesaggistiche per climi molto freddo



4.39 Tecniche paesaggistiche per climi caldo asciutto

Negozi e uffici**Nodaya-cho, Okayama, GIAPPONE, 1982****Autore: Architects, Osamu Ishii, Biken A.D.O.****SV
4.1**

L'intera copertura di questo edificio è disposta a gradoni, con piante che si alternano a superfici vetrate tali da conferire alla struttura nel suo complesso, soprattutto per chi la osserva dall'interno, l'aspetto di una serra. Le superfici vetrate dei gradoni, sia orizzontali che verticali, sono costituite da vetri stratificati e dalle elevate prestazioni energetiche in termini di assorbimento della radiazione termica. Nei casseri delle piante, sono sistemate specie a foglie caduche in modo tale che esse risultino chiomose in estate, per dare adeguata schermatura alle radiazioni solare in entrata, e spoglie in inverno, per consentire alla radiazione medesima di trasmettersi all'interno. Sebbene l'uso in questo edificio di sistemi meccanici per il controllo delle condizioni climatiche interne risulta parzialmente inevitabile, ma diverse aree dalle condizioni naturali confortevoli non si sarebbero potuti ottenere senza tenere in debito conto l'uso dei contributi del sole, del vento, dell'acqua, della terra e delle piante.

CARATTERISTICHE

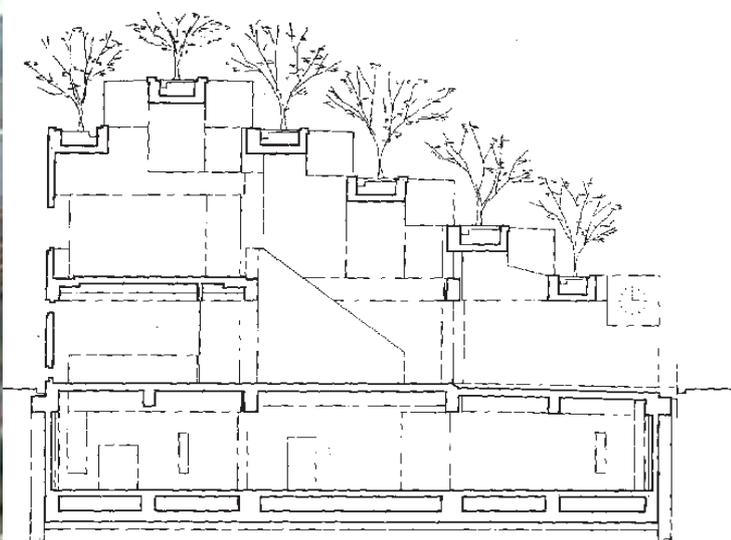
***Riscaldamento:** Isolamento, Massa termica, vetri solari

***Raffrescamento:** Isolamento, Massa termica,

SCHEMATURA: Ad elementi vegetali decidui sistemati in casseristrutturali di copertura disposta a gradoni.

1. *Veduta esterna delle piante caducifoglie disposte sui gradoni.*



Le schermature per esterno

2. *Vista esterna*
3. *sezione*
4. *Vista dall'interno*



Uffici governativi**Nogo, Nago-shi, Okinawa, GIAPPONE, 1981****Autore: Team ZOO, Atelier Mobile****SV
4.2**

L'intero complesso di uffici utilizza grigliati realizzati in blocchi di due colori differenti, la policromia strutturale viene poi mantenuta nelle numerose coperture grigliate, che formano giochi di luci ed ombre schermando costantemente l'edificio.

Le fioriere disposte sulle coperture grigliate del primo piano, formano dei porticati fioriti che riducono l'impatto visivo tra interno ed esterno della costruzione.

CARATTERISTICHE *

***Raffrescamento:** Ventilazione trasversale

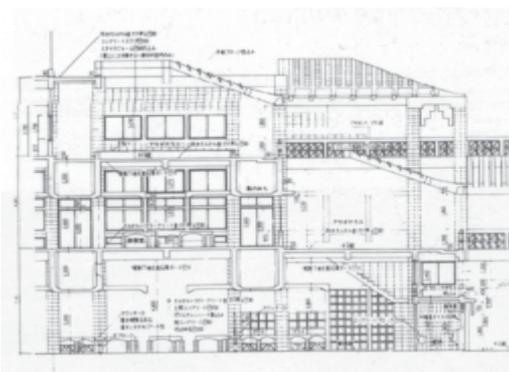
SCHEMATURA: Pensiline con fioriere disposte su grigliati in laterizio



2.3. Veduta esterna dei porticati coperti dalla vegetazione

1.4. Coperture in grigliato





5.7 Viste esterne
6. sezione



Casa di pietra
Uehara, Naga-shi, Okinawa, GIAPPONE, 1981
Autore: Kazuo Akamine

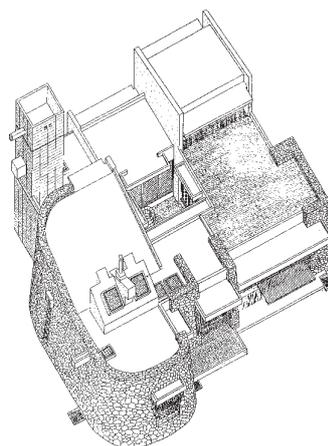
SV
4.3

L'edificio è stato realizzato in pietra al fine di rievocare l'architettura tradizionale del luogo e contemporaneamente utilizzare grossi spessori murari come massa termica per un maggiore isolamento dell'edificio. La ventilazione trasversale è garantita dalla presenza di una corte centrale illuminata da un pozzo di luce. Le facciate maggiormente esposte al soleggiamento sono state ricoperte di vegetazione caducifoglie in modo da non permettere il surriscaldamento delle facciate in estate.

CARATTERISTICHE *

***Raffrescamento:** Ventilazione trasversale, massa, acqua nebulizzata

SCHEMATURA: Vegetazione rampicante caducifoglie, coperture aggettanti



1. Vista dell'ingresso principale ombreggiato da copertura e piante
2. Assonometria
3. Situazione invernale
4. Situazione estiva



Residence Lagomarsino
Visalia, California, USA
Autore: David Wright

SV
4.4

Il fronte sud è caratterizzato da grandi vetrate ed esternamente ad esse lungo il prospetto sud corrono dei portici realizzati con pergole con vegetazione rampicante che offrono un continuo e costante livello di ombreggiamento lungo tutta la facciata. L'interno e l'esterno sono in continuo contatto, sia per la presenza di vegetazione che per l'uso di vasche di acqua che sono dislocate internamente ed esternamente.

CARATTERISTICHE *

***Riscaldamento:** Isolamento, massa

***Raffrescamento:** Ventilazione trasversale, isolamento e massa, vache di acqua

SCHEMATURA: Pergole con vegetazione rampicante

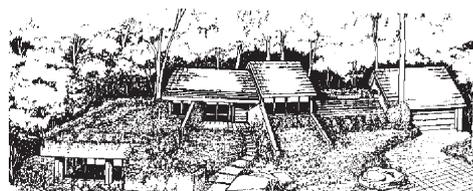


1. Vista dall'interno
 2. pergole con vegetazione



Residence**Castle Hill e Mc Masters beach, AUSTRALIA****Autore: ECA space design****SV
4.5**

Entrambi gli edifici utilizzano la massa del terreno come sistema di isolamento dell'edificio. I sistemi di schermatura sono stati realizzati nel primo caso, Castle Hill, con giardini pensili e setti murari verticali con vegetazione caducifolia, nell'altro caso la forte valenza di edificio interrato crea architetture in luce ed ombra.

CARATTERISTICHE ****Riscaldamento:** massa***Raffrescamento:** Ventilazione trasversale, massa,**SCHEMATURA:** Giardini pensili, vegetazione cadente

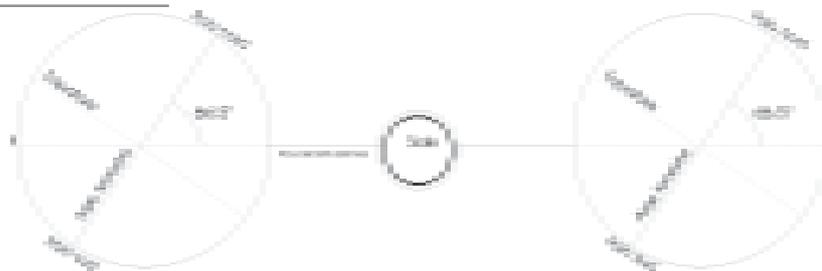
1.2.3. Residence Castle Hill
4.5. MCMasters beach



STRUMENTI DI CONTROLLO

Lucia Ceccherini Nelli





6.1 Alcune nozioni fondamentali di geografia astronomica

6.1.1. Equinozi e Solstizi

Durante il movimento di rivoluzione, l'asse terrestre non è perpendicolare al piano dell'eclittica, ma inclinato in modo da formare con esso un angolo di circa 66.5° . L'asse terrestre forma con la normale al piano dell'eclittica un angolo complementare di 23.5° il piano equatoriale forma con il piano dell'eclittica un angolo dello stesso valore.

Durante questo movimento l'asse terrestre si mantiene sempre parallelo a se stesso, cioè rimane sempre nella medesima direzione rispetto ad un punto della volta celeste.

Le più importanti conseguenze del movimento di rivoluzione della Terra sono:

- il fenomeno delle stagioni
- la diversa altezza del Sole sull'orizzonte
- la differenza di durata tra il giorno solare e quello sidereo.

A causa dell'inclinazione e del parallelismo dell'asse terrestre, le condizioni sopra citate si verificano, sulla Terra, soltanto due volte all'anno e precisamente il 21 marzo e il 23 settembre. In questi due giorni il pianeta raggiunge due posizioni diametralmente opposte rispetto al Sole e viene a trovarsi con i poli attraversati dal circolo di illuminazione; ciò può avvenire perché l'asse di rotazione, pur mantenendo la sua inclinazione, giace sul piano del circolo di illuminazione. Questo è il motivo per cui tutti i punti della Terra hanno il giorno uguale alla notte nei giorni 21 marzo e 23 settembre, equinozi di primavera e di autunno (da aequa nox, ossia durata della notte uguale per tutta la Terra).

Fig. 6.2 equinozi e solstizi

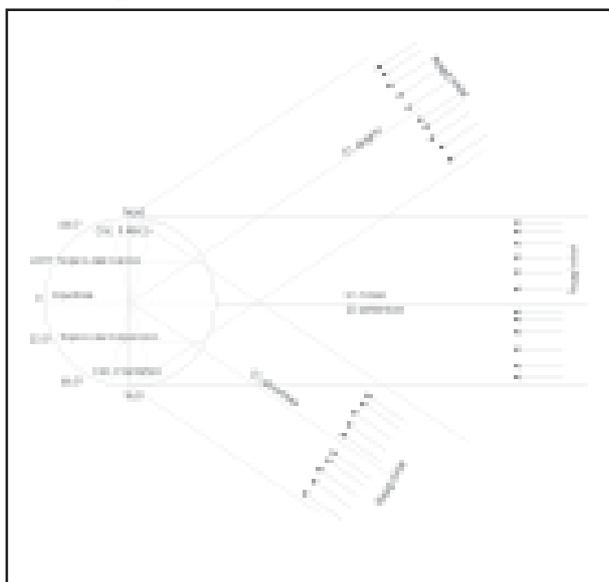
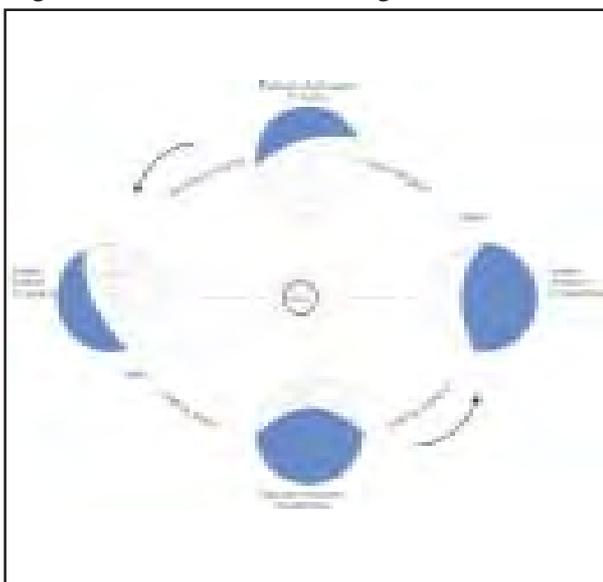
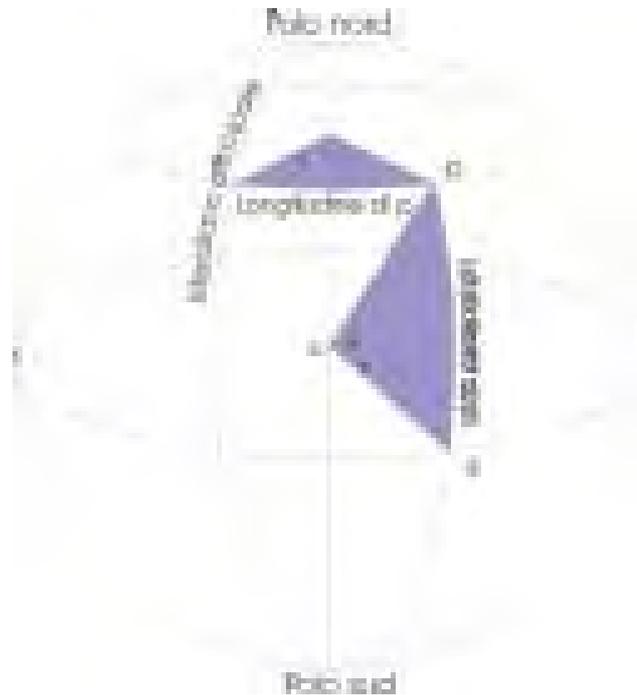


Fig. 6.3 Diversa durata delle stagioni





6.4. Coordinate geografiche: latitudine e longitudine

La Terra, lungo la sua orbita, raggiunge altre due posizioni intermedie ed opposte fra di loro, in cui il circolo di illuminazione non coincide con alcun meridiano terrestre e passa alla massima distanza dai poli. Questa condizione avviene quando l'asse terrestre forma con il piano del circolo di illuminazione un angolo di 23.5° , ossia il 21 Giugno quando il polo nord si trova nel punto più vicino al Sole e il 21 Dicembre quando il polo nord si trova nel punto più lontano dal Sole, il 21 Giugno nel circolo polare artico avremo 24 ore di luce, ed è il giorno più lungo dell'emisfero nord e si chiama solstizio d'estate. Nello stesso giorno il Sole sarà perpendicolare al tropico del Cancro con una latitudine di 23.5° nord. Sei mesi più tardi il 21 Dicembre, il polo nord avrà 24 ore di completa oscurità. Nell'emisfero nord questo sarà il giorno con la notte più lunga conosciuto come solstizio d'inverno (da *Solis statio* cioè fermata del Sole). In questo giorno il Sole sarà perpendicolare all'emisfero sud lungo il Tropic del Capricorno con una latitudine di 23.5° sud.

6.1.2. Coordinate geografiche

La posizione assoluta di un luogo sulla superficie terrestre si determina per mezzo delle coordinate geografiche, che sono precisamente la latitudine e la longitudine

Latitudine

La latitudine è la distanza angolare misurata sull'arco di meridiano compreso tra l'equatore e il luogo considerato. Essa può essere boreale o australe e si considera da 0° a 90° , dall'equatore ai poli nord e sud.

Gli elementi di riferimento per la latitudine sono, oltre all'equatore e ai poli, gli 89 paralleli idealmente tracciati su ogni emisfero.

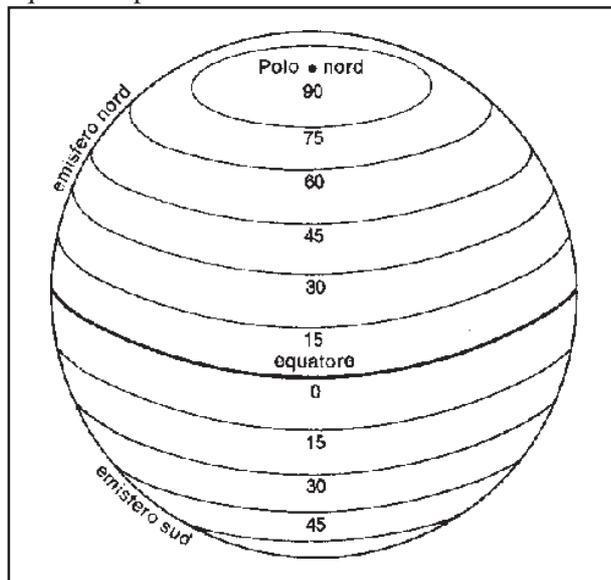
Longitudine

La longitudine è la distanza angolare misurata sull'arco di parallelo compreso tra il meridiano fondamentale e il luogo considerato. Essa può essere orientale ed occidentale e si considera da 0° a 180° , ossia dal meridiano fondamentale o iniziale (quello di Greenwich) all'antimeridiano. Gli elementi di riferimento per la longitudine sono i 360 meridiani geografici. I meridiani con l'equatore e i paralleli si intersecano formando una rete nella quale la distanza fra un meridiano e il successivo, e tra un parallelo e l'altro è la 360a parte di un cerchio.

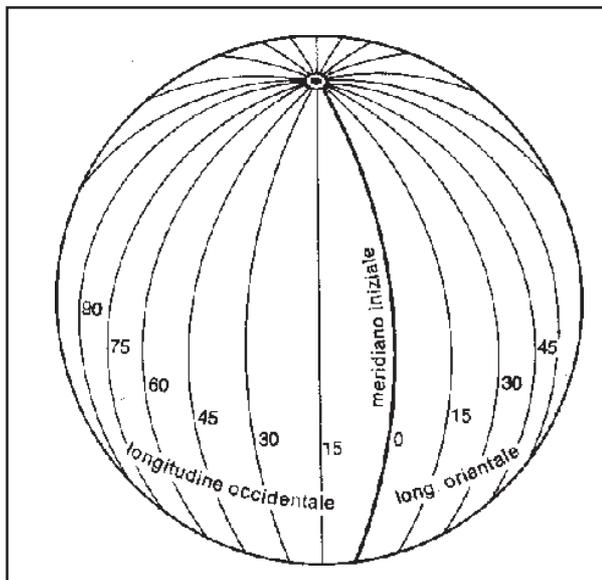
COORDINATE GEOGRAFICHE DI ALCUNE CITTA' ITALIANE

Località	Latitudine nord o sud	Longitudine est o ovest da Greenwich
Bari	41°07' N	16°52' E
Bologna	44°29' N	11°21' E
Cagliari	39°13' N	9°09' E
Catania	37°30' N	15°04' E
Firenze	43°46' N	11°15' E
Genova	44°25' N	8°55' E
Milano	45°28' N	9°11' E
Napoli	40°51' N	14°15' E
Palermo	38°07' N	13°21' E
Potenza	40°43' N	15°47' E
Reggio Calabria	38°06' N	15°39' E
Roma	41°54' N	12°27' E
Taranto	35°41' N	51°25' E

6.5 Elementi di riferimento della sfera terrestre, equatore e paralleli



6.6 elementi di riferimento della sfera terrestre, chiamati meridiani



Differenza di longitudine

Come il Sole si muove intorno alla terra, ci sono differenti regioni in cui il Sole sorge e tramonta a differenti ore, tale fattore dipende dalla longitudine della regione considerata.

La Terra è divisa in un numero finito di zone, ossia 24 spicchi chiamati fusi orari, dei quali ognuno è limitato da due meridiani che distano uno dall'altro 15° di longitudine ($360:24=15^\circ$). Ogni fuso quindi comprende 15 meridiani geografici, ossia quelli che passano, in una ora davanti al Sole.

Tutti i paesi situati nello stesso fuso hanno l'ora media del meridiano centrale che divide il fuso stesso in due parti uguali, e pertanto possono avere una differenza massima oraria di mezza ora.

Per convenzione e per evitare che piccole porzioni territoriali di uno stato non vengano comprese nello stesso fuso, è stato deciso che ogni fuso differisce sempre di un'ora dal precedente e dal seguente. I fusi vengono enumerati da occidente a oriente a partire da quello che ha l'ora regolata sul meridiano di Greenwich in

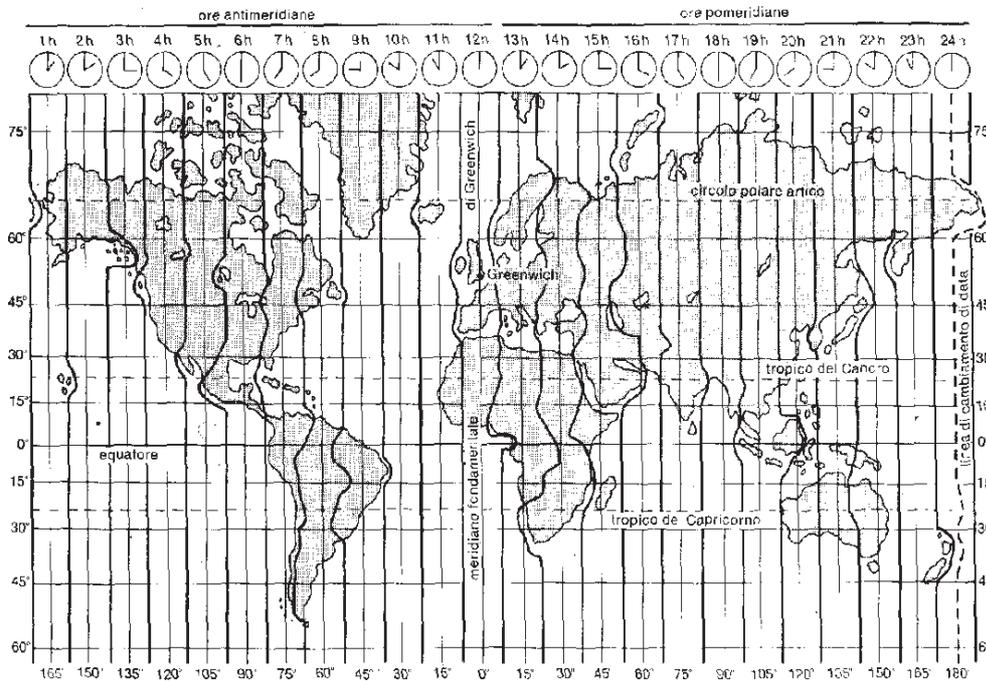


Fig. 6.7 I fusi orari si cominciano a contare dal I fuso, che ha come meridiano medio quello di Greenwich. Ogni fuso differisce sempre di un'ora dal precedente e dal seguente, ossia è avanti di un'ora rispetto al precedente e in ritardo di un'ora rispetto al seguente

Inghilterra conosciuto come “Greenwich Mean Time” (GMT).

Tutte le altre zone sono riferite ad un lasso temporale precedente o passato al GMT.

Se la longitudine di una particolare zona non cade vicino alla linea oraria, ci saranno differenze tra il riferimento longitudine e la longitudine attuale. Ciò è conosciuto come differenza di longitudine e può essere corretta semplicemente aggiungendo la differenza in gradi moltiplicata per 4 minuti.

6.1.3. Declinazione e ascensione retta

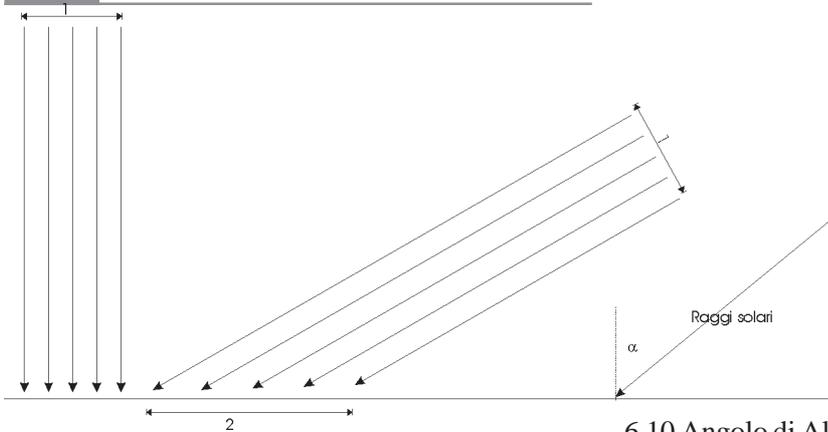
La posizione del Sole o di altre stelle può essere trovata usando sia l'azimut che l'altitudine, tale misurazione dipende dalla posizione dell'osservatore. Per specificare le coordinate assolute, bisogna per prima cosa assumere come sistema di riferimento una sfera celeste che ha come poli quelli terrestri e l'equatore allo stesso angolo di quello terrestre. La latitudine e la longitudine sono usate per definire la posizione assoluta sulla superficie terrestre, la declinazione e l'ascensione retta sono utilizzate per definire la posizione di una stella rispetto all'equatore.

Declinazione

La declinazione è data dall'arco di circolo orario, misurato in gradi, compreso tra la stella e l'equatore celeste.

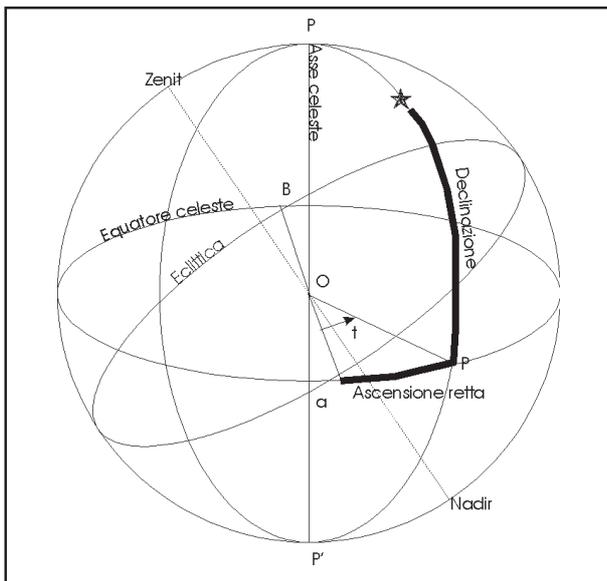
Ascensione retta

L'ascensione retta è data dalla distanza indicata sull'equatore e misurata in tempo che intercorre tra il circolo orario passante per la stella e il circolo orario passante per il punto α . Ancora una volta, l'ascensione retta (alpha) è analoga alla longitudine terrestre ed è misurata in senso orario in direzione dal primo punto dell'Ariete. Può essere definita in gradi (0-360) oppure in ore (0-24hr). Il primo punto di Ariete è definito come la posizione dove la declinazione solare cambia da sud a nord, praticamente il punto di intersezione tra l'equatore celeste e l'eclittico. Se proiettiamo l'orbita terrestre intorno al Sole sopra la sfera celeste, la circonferenza formerà un angolo di 23.5° rispetto all'equatore celeste ed è ciò che è conosciuto come eclittico. L'eclittico e l'equatore celeste si intersecano durante l'equinozio.

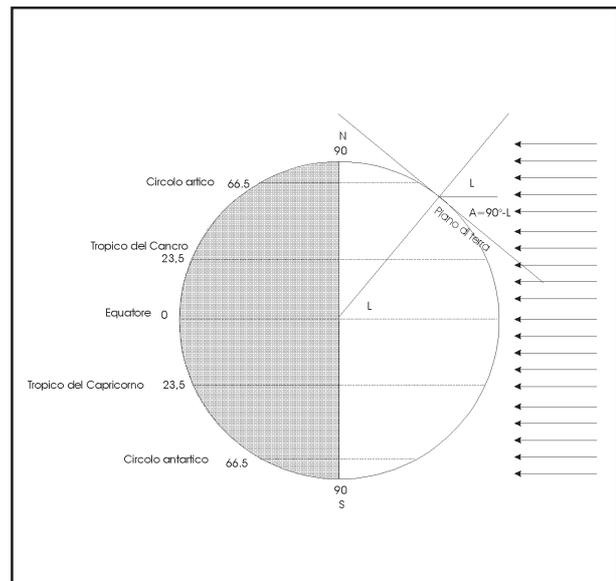


6.8 La legge del coseno ci dice che l'ammontare di radiazione solare ricevuta da una superficie decresce come l'angolo formato dalla normale alla superficie stessa

6.9 Declinazione e ascensione retta



6.10 Angolo di Altitudine. Durante gli equinozi l'angolo di altitudine A a mezzogiorno in qualsiasi posto della terra equivale a 90° - la latitudine L.

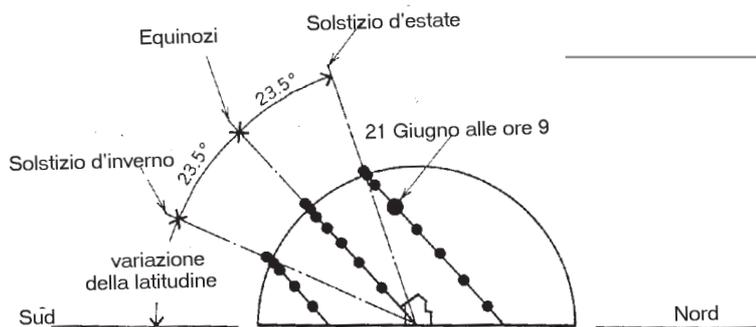


6.1.4. Angolo di Altitudine

L'angolo verticale con cui i raggi solari colpiscono la terra si chiama **angolo di altitudine** ed è funzione della latitudine geografica. Il caso più semplice lo troviamo a mezzogiorno durante l'equinozio, quando i raggi del Sole sono perpendicolari alla terra sull'equatore. Per trovare l'angolo di altitudine del Sole ad ogni latitudine basta disegnare il piano di terra tangente alla terra a quella latitudine. L'angolo di altitudine è uguale a 90° meno la latitudine. Ci sono due importanti conseguenze derivanti dall'angolo di altitudine sul clima e le stagioni.

Il primo effetto dell'angolo di altitudine è che per angoli bassi di altitudine i raggi del Sole passano più facilmente attraverso l'atmosfera. Conseguentemente, la radiazione che colpisce il terreno si sarà notevolmente modificata.

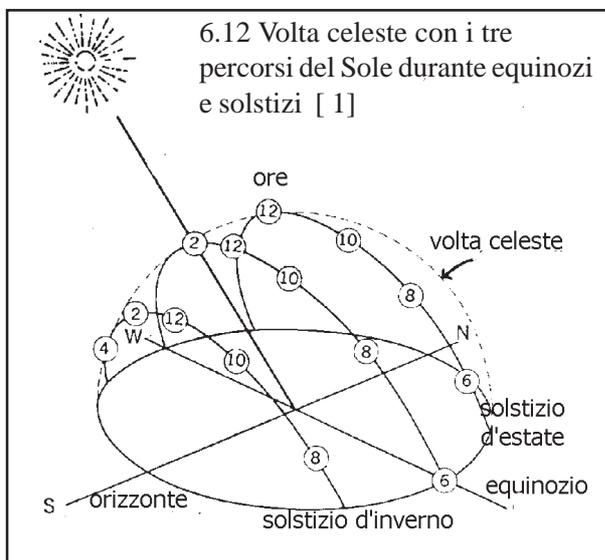
Il caso estremo avviene al tramonto e la radiazione ci appare di colore rosso. Questo accade a causa dell'assorbimento selettivo riflessione e rifrazione della radiazione dei raggi solari nell'atmosfera. Il secondo effetto dell'angolo di altitudine detto **legge del coseno** ci dice che i raggi di Sole illumineranno una area più vasta quanto più bassi saranno in cielo.



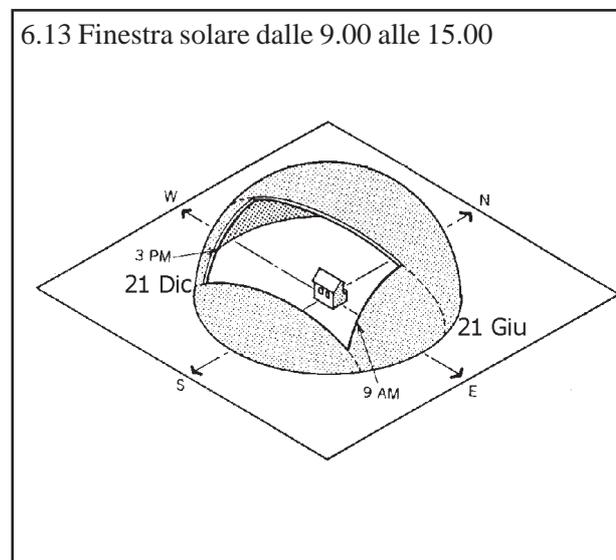
6.11 sezione della vista est della finestra solare

La quantità di luce del Sole ricevuta da una superficie si modifica con il coseno dell'angolo tra il Sole e la normale alla superficie.

L'immagine che segue raffigura una immaginaria volta celeste posizionata sopra al terreno in cui è posto un edificio. Sono indicate le ore in cui i raggi del Sole penetrano nella volta celeste. Quando tutti i punti di un



6.12 Volta celeste con i tre percorsi del Sole durante equinozi e solstizi [1]



6.13 Finestra solare dalle 9.00 alle 15.00

6.1.5. Determinazione dell'altitudine e dell'angolo di Azimut

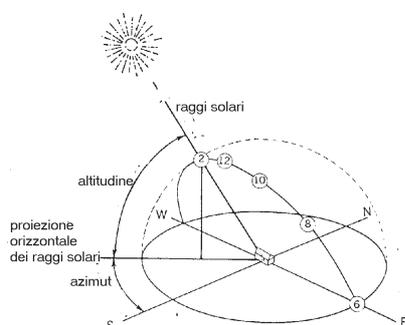
L'altitudine si misura tramite un piano verticale e l'angolo di azimut si misura con un piano orizzontale. La proiezione orizzontale dei raggi solari giacciono sulla linea di terra. L'angolo verticale di questa proiezione con i raggi solari è chiamata altitudine, che ci dice quanto alto sia il Sole sul livello del mare. L'angolo orizzontale, che si misura con una linea tracciata da nord a sud, è chiamato azimut o angolo di Bearing. Tale angolo ci indica quanto dista il Sole ad est od ovest dal sud. L'azimut è misurato da sud e mai da nord. L'acqua e le particelle di polvere disperdono la radiazione solare, così che in giornate nuvolose, umide, o il pulviscolo, la radiazione diffusa diventa la dominante forma di energia solare.

Il giorno

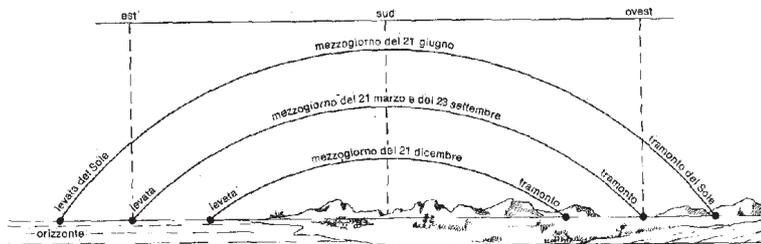
La durata dell'unità di misura del tempo, è il giorno, si può calcolare in diversi modi, a seconda che riferiamo la durata della rotazione terrestre ad una stella o al Sole, possiamo distinguere il giorno sidereo o il giorno solare.

Il giorno sidereo è l'intervallo di tempo compreso fra due passaggi consecutivi di una stella sullo stesso meridiano; la sua durata, è di 23^h e 56^m, ossia corrisponde al tempo necessario alla Terra per compiere un'intera rotazione.

[1] Da Architectural Graphic Standards Ramsey/Sleeper 8th ed. John R. Hoke, ed. copyright John Wiley, 1988.



6.14 Altitudine e Azimut



6.15 Moto apparente del Sole

Il giorno solare vero è l'intervallo di tempo compreso fra due passaggi consecutivi del Sole sullo stesso meridiano, tale intervallo è più lungo di circa 4 minuti del giorno sidereo poiché, l'estrema vicinanza del Sole in confronto ad altre stelle, lo spostamento che la Terra compie attorno al Sole mentre effettua la sua rotazione non è più trascurabile. Quindi il giorno solare ha la durata di 24 ore (23^h e 56^m del giorno sidereo + 4 minuti). È da precisare inoltre che il giorno solare vero non è una misura costante a causa della differente velocità del moto di rivoluzione della Terra, è superiore a 4 minuti nei primi giorni di gennaio e inferiore a 4 minuti nei primi giorni di luglio.

L'impossibilità di utilizzare il giorno sidereo, sempre in ritardo rispetto a quello solare, ed il giorno solare variabile nella sua durata, ha fatto nascere la necessità di trovare una unità di misura costante, il giorno solare medio, che rappresenta la media aritmetica di tutti i giorni solari di un anno. Il giorno solare medio si divide in 24 ore, di cui ognuna si divide a sua volta in 60 minuti primi e ciascuno di questi in 60 minuti secondi.

Anche l'anno, si può calcolare in diversi modi, a seconda che riferiamo la durata della rivoluzione della Terra al ritorno del Sole o al ritorno del Sole alla medesima altezza in un punto noto, così abbiamo l'anno sidereo e l'anno solare. L'anno sidereo corrisponde con l'intervallo di tempo tra due passaggi consecutivi del Sole per uno stesso punto dell'eclittica riferito ad una stella. Esso misura il tempo di una completa rivoluzione della Terra, 365^g 6^h 9^m 10^s (in giorni solari medi), pertanto risulta essere 20^m e 24^s più corto dell'anno sidereo.

L'anno solare è il periodo di tempo compreso fra due passaggi successivi del Sole all'equinozio di primavera esso ha la durata di 365^g 5^h 48^m 46^s (in giorni solari medi).

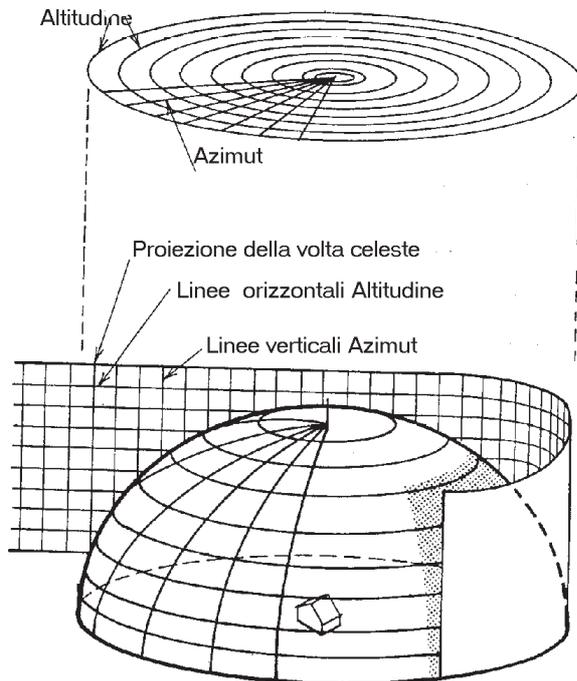
6.1.6. Ora solare

La velocità di rotazione della Terra attorno al Sole varia con l'avvicinarsi e l'allontanarsi ad esso, aumenta più che si avvicina e diminuisce con l'allontanarsi. Queste variazioni di velocità della Terra determinano una variazione tra l'ora solare e quella terrestre.

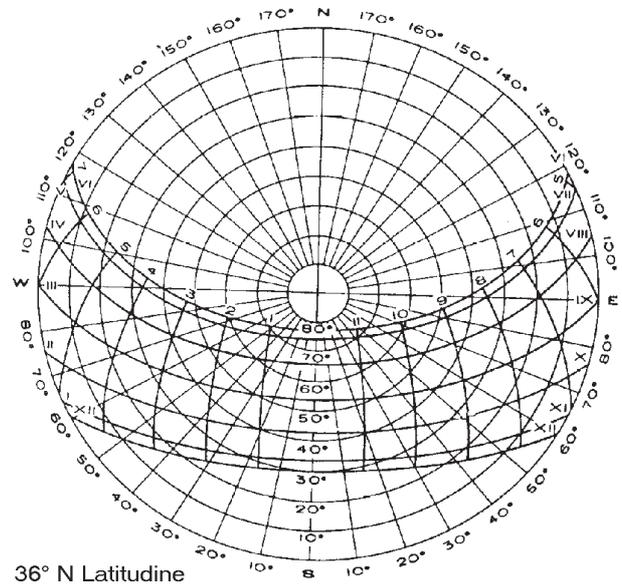
Una volta noti gli angoli dell'altezza e dell'azimut è possibile stabilire la posizione del Sole nel cielo e tracciarne il percorso durante il giorno semplicemente collegando i punti che rappresentano le posizioni del sole nelle diverse ore del giorno. Le linee rappresentano il percorso del sole per il ventesimo giorno di ciascun mese. Il percorso solare è più lungo durante i mesi estivi e più corto in quelli invernali, essendo il sole, in tali mesi molto basso sull'orizzonte.

Collegando le ore del giorno su ciascun percorso solare otteniamo delle linee che rappresentano le ore del giorno. Il diagramma che ne deriva rivela giorno dopo giorno e ora dopo ora la posizione del sole.^[2]

^[2] I diagrammi solari verticali e polari sono disponibili nel testo di Cristina Benedetti, Manuale di architettura bioclimatica, Maggioli ed. Rimini, 1994.



6.16 Derivazione del tracciato orizzontale e verticale del diagramma solare



6.17 Diagramma solare orizzontale

6.1.7. Calcolo delle ombre con sistemi geometrici

L'analisi geometrica della radiazione solare diretta disponibile può essere analizzata con 5 metodi base chiamati:

1. Rilievo grafico
2. Metodo manuale trigonometrico (poco usato)
3. Analisi al computer basandoci su sistemi trigonometrici e grafici
4. Uso di modelli in scala con luce naturale (simulazione)
5. Modelli in scala utilizzando l'eliodon, macchina che produce meccanicamente il fascio di luce che crea il sole nel corso del giorno al variare delle stagioni.

6.1.8. Diagramma del tracciato solare polare o cilindrico

Sebbene gli angoli di altitudine e di azimut si possono ottenere attraverso tabelle, può essere comunque più conveniente avere le informazioni desiderate attraverso il diagramma del tracciato solare polare.

In questo diagramma è rappresentata la volta celeste ma attraverso una griglia. Sono inoltre disegnate le linee di altitudine e di azimut così come sul globo terrestre sono indicate longitudine e latitudine. Quando il tracciato del Sole viene proiettato su un piano orizzontale, abbiamo il **diagramma del tracciato solare**, come è mostrato nell'immagine. Il sistema di coordinate impiegato è centrato sull'osservatore e usa come riferimento il piano dell'orizzonte. Le circonferenze concentriche rappresentano gli angoli di altezza solare costante sopra l'orizzonte, con incrementi di 10 gradi. Le linee radiali rappresentano gli angoli azimutali costanti con incrementi di 10 gradi. Il cerchio di raggio massimo che limita il diagramma è quello caratterizzato dal sorgere e tramontare del Sole.

In questi diagrammi il tracciato del Sole il 21 di ogni mese è indicato da dei numeri Romani (es: XII sta per Dicembre). Le ore del giorno sono indicate lungo il tracciato solare di Giugno (VI). Gli anelli concentrici descrivono l'altitudine e le linee radiali l'azimut. Il diagramma del tracciato solare per 36° latitudine nord è mostrato in figura 6.17.

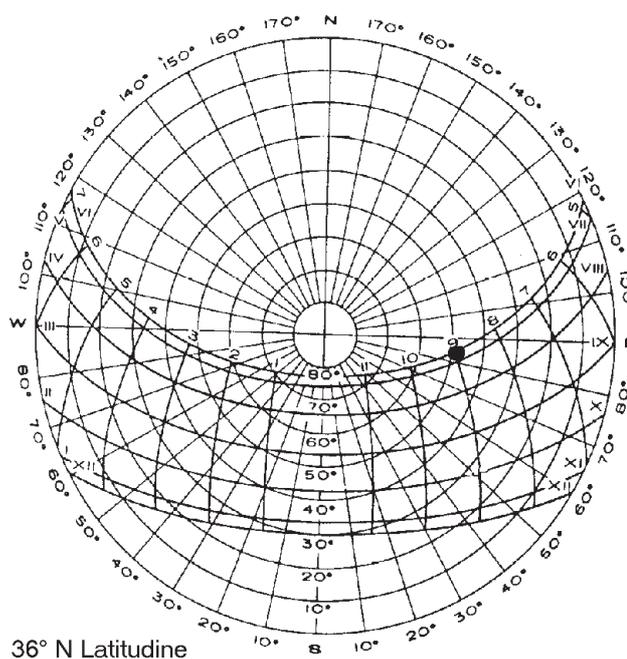
Esempio: Trovare l'altitudine e l'azimut del Sole a Bari il 21 Giugno alle 9am.

1 passo: trovare la latitudine di Bari. Per la latitudine si può utilizzare il diagramma solare per 36° nord

2 passo: sul diagramma del tracciato solare cerca l'intersezione per il 21 Giugno (curva VI) e la linea delle 9am

3 passo: trovare l'altitudine nei cerchi concentrici che dovrebbe essere 85°

4 passo: dalle linee radiali trovare l'azimut che è 48° Est di sud



6.1.9. Diagramma del tracciato solare verticale

Il diagramma di Bennett mostra come le proiezioni verticali della volta celeste possono essere sviluppate. È da notare, come il punto all'apice è individuato da una linea. Conseguentemente, notevoli distorsioni sono presenti per le altitudini.

Le linee orizzontali rappresentano gli angoli di altezza costante sopra l'orizzonte, con incrementi di 10 gradi.

Le linee verticali rappresentano gli angoli azimutali costanti con incrementi di 15 gradi.

Gli angoli di Altitudine e di Azimut si trovano in un modo simile rispetto al diagramma polare.

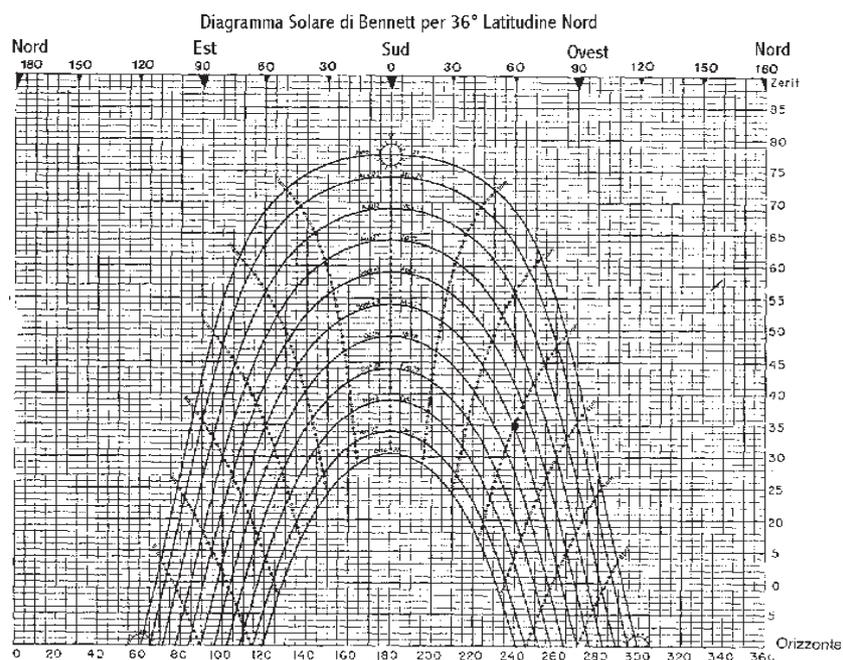
Esempio: trovare Altitudine e Azimut del Sole per la città di Taranto il 21 Marzo alle 15.00

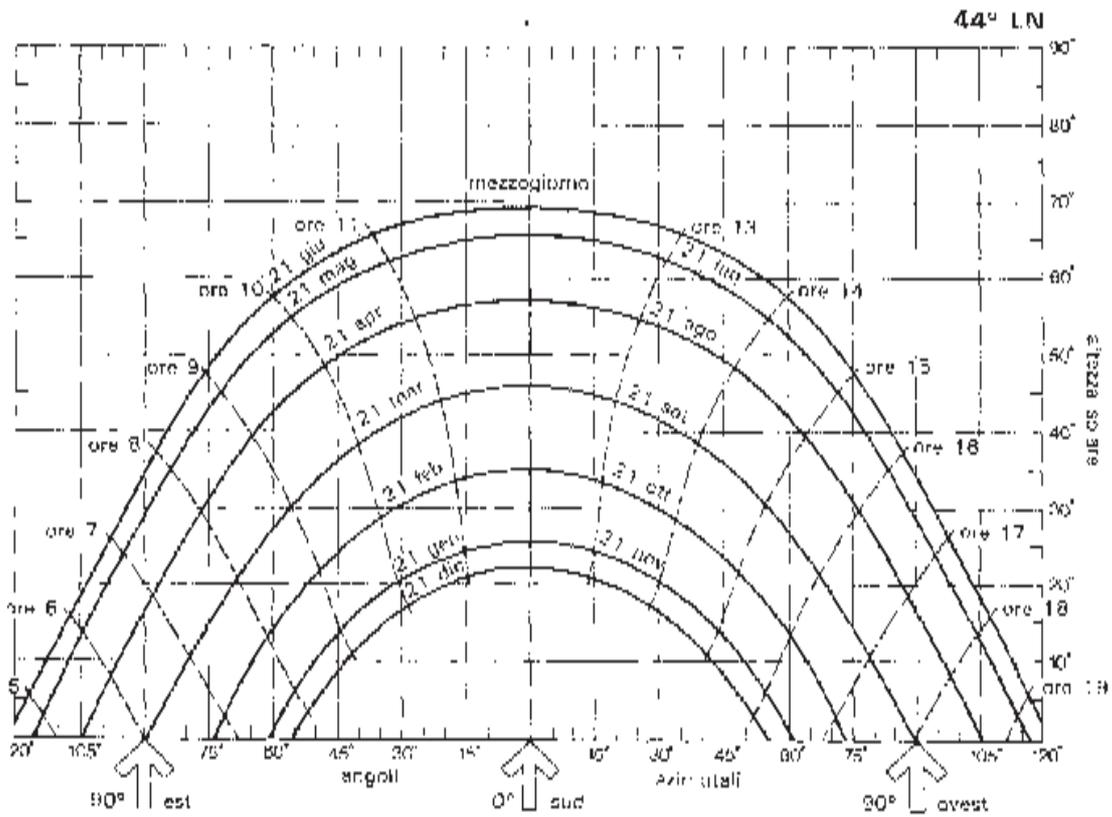
1 passo: Scegliere l'appropriato diagramma solare per Taranto la latitudine è 35° 41' pertanto possiamo usare il diagramma del 36°

2 passo: trovare l'intersezione delle curve per il 21 Marzo alle 15.00

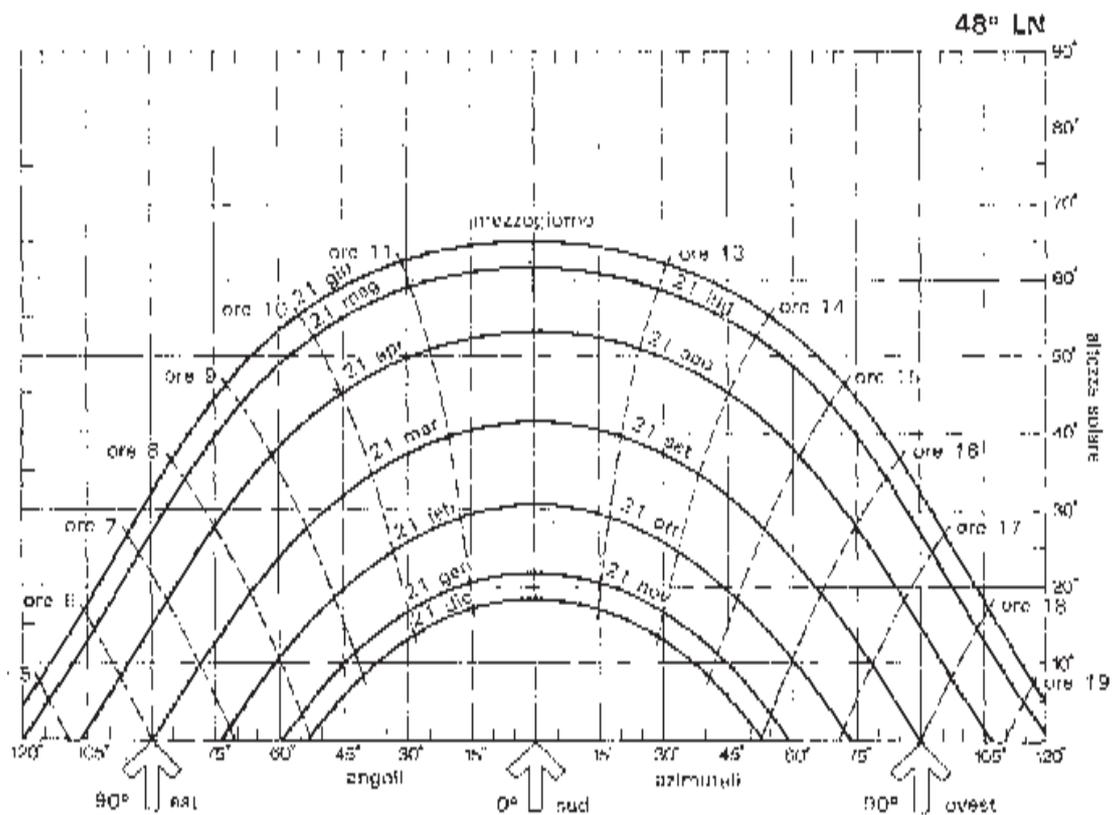
3 passo: Dalla scala superiore orizzontale si trova l'azimut 240° ovest di sud

4 passo: dalla scala verticale si trova l'altitudine che è circa 35°





6.18 Diagrammi solari verticali. (Da E. Mazria, Sistemi Solari passivi).



HELIOS

Lucia Ceccherini Nelli



4.4 Il programma di calcolo delle ombre HELIOS

Come contattare l'autore

HELIOS for Windows
(c) A.J.Marsh 1994
School of Architecture and Fine Arts
The University of Western Australia
PERTH, 6009

email: **andrew@arch.uwa.edu.au**
or: **andrewm@uniwa.uwa.edu.au**

mail: **Andrew Marsh**
Postgraduate Students Office
School of Architecture and Fine Arts
The University of Western Australia
NEDLANDS 6009

phone: **(09) 380 2587 or (09) 380 2582**
fax: **(09) 380 1082**

RESTRIZIONI D'USO

Come la maggior parte dei miei programmi, sono stati realizzati come programmi SHAREWARE posti su Internet, HELIOS come altri miei programmi fa attualmente parte della mia tesi di dottorato non ancora pubblicata. Essendo, esso, il risultato del mio lavoro, il programma non può essere reso disponibile né pubblicato e né commercializzato. Voi siete i benvenuti nella visione in anteprima e nella valutazione del programma purché ciò abbia esclusivamente interesse didattico oppure privato. I lettori di questo testo possono utilizzare il programma per scopi educativi ma non distribuirlo o commercializzarlo.

Gradirei ricevere da voi qualsiasi commento o suggerimento che possa essere di qualche rilievo per il miglioramento del programma. Mi piacerebbe inoltre sapere da voi se avete trovato difetti nell'uso del programma. Potete contattarmi in ogni momento al sopraccitato indirizzo.

Andrew Marsh

4.4.1 Introduzione

Helios è un programma da utilizzarsi come strumento per calcolare le ombre del Sole sugli edifici. Il programma potrà essere utile per tutti quei progettisti, architetti e ingegneri che dovranno considerare l'effetto di penetrazione dei raggi solari negli edifici attraverso le superfici finestrate.

Ci sembra opportuno consigliare l'uso di un tale programma a corredo di tutte le informazioni tecniche che vi abbiamo proposto in questo manuale altamente specializzato nel settore delle schermature solari negli edifici.

Questo programma è stato realizzato da (c) A.J.Marsh 1994, School of Architecture and Fine Arts, The University of Western Australia, vi proporremo il programma shareware pubblicato su Internet insieme alle istruzioni tradotte in italiano che abbiamo realizzato per questo manuale.

4.4.2 Come installare il programma

Il programma Helios richiede un processore 386 o migliore, le prestazioni minime richieste sono 1 mega di memoria libero e un mouse, può girare sotto windows dalla versione 3.1 o successive.

Procedura di installazione

Inserire il dischetto nell'unità floppy A (se intendi utilizzare il floppy B sostituisci alla lettera A la lettera B).

Dal menù AVVIO scegliere ESEGUI e quindi a:\ombre.exe, e confermare con OK. Successivamente quando verrà richiesta la cartella di installazione (chiamata "folder") confermare quella proposta (c:\ombre).

Per completare l'installazione, seguire le indicazioni proposte.

Successivamente all'installazione, per eseguire qualunque programma contenuto all'interno della cartella ombre, sarà sufficiente utilizzare il GESTIONE RISORSE e quindi selezionare (con un doppio click) l'applicativo scelto all'interno della cartella ombre.

In alternativa è pure possibile utilizzare il comando ESEGUI del menù AVVIO. Oppure, per un uso più comodo, sarà possibile creare un collegamento diretto sul desktop semplicemente cliccando con il tasto destro del mouse in una zona dello schermo libera da icone, ed in seguito scegliere "nuovo" e quindi "collegamento" ed infine indicare il percorso giusto tramite il tasto SFOGLIA.

4.4.3 Come utilizzare Helios

Lavorare con Windows

Prima di iniziare a lavorare con HELIOS, è necessario conoscere le basi fondamentali di Microsoft® Windows™. Come gli altri programmi che si basano su Windows, HELIOS presenta una interfaccia grafica facile da usare. HELIOS opera sotto il Windows evoluto, e utilizza i comandi standard di Windows per selezionare il menù, e il menù opzioni della casella di dialogo. Prima di usare HELIOS, dovresti conoscere i comandi per aprire, spostare, e cancellare, lavorare con la tastiera e le finestre di dialogo, testi, liste, caselle di scelta, etc. I comandi per scegliere e cancellare. Per maggiori informazioni riferirsi alla guida di Microsoft Windows.

Terminologia utilizzata in questo programma

La seguente lista mostra i termini che dovete conoscere per poter utilizzare il programma.

Choose:

Prendere un comando per iniziare una azione (applicare al menù dei comandi).

Deselect

Deselezionare un comando

Click:

Premere il pulsante sinistro del mouse.

DoubleClick:

Premere il pulsante sinistro del mouse 2 volte.

Drag:
Tenere premuto il tasto del mouse fintanto che l'azione del mouse non è terminata.

Specify:
Scrivere un testo o un numero nella casella del testo.

Select:
Selezionare un comando

Interagire con HELIOS

La finestra principale del programma HELIOS consiste in una schermata principale con un modello grafico con delle caselle indicanti la data, ed i parametri per l'ombreggiamento.

E' possibile interagire con il programma sia attraverso la tastiera che tramite le tendine grafiche.

E' possibile manipolare direttamente la grafica per modificare i parametri attribuiti al disegno oppure per crearne di nuovi, in alternativa è possibile usare la tastiera con il TAB o ESC e i tasti con le frecce.

Se l'interfaccia grafica non dovesse funzionare premere ESC per riavviare il sistema.

Sommario dei comandi

<PAGINA ↑>
Decremento del tempo di 15 minuti.

<PAGINA ↓>
Incremento di tempo di 15 minuti.

<SHIFT↑>+ <PAGINA ↑>
Decremento della data di un giorno.

<SHIFT↑>+ <PAGINA ↓>
Incremento della data di un giorno.

<CTRL> + <PAGINA ↑>
Decremento della data di un mese.

<CTRL> + <PAGINA ↓>
Incremento della data di un mese.

Vista prospettica:

Mouse:
<TASTO SINISTRO DEL MOUSE>
Seleziona piani e nodi.

<TASTO DESTRO DEL MOUSE>
Ruota il modello.

<CTRL> + <TASTO DESTRO DEL MOUSE >
Fare scorrere la vista del modello.

Tastiera:
<FRECCE>
Ruota il modello di 10 volte.

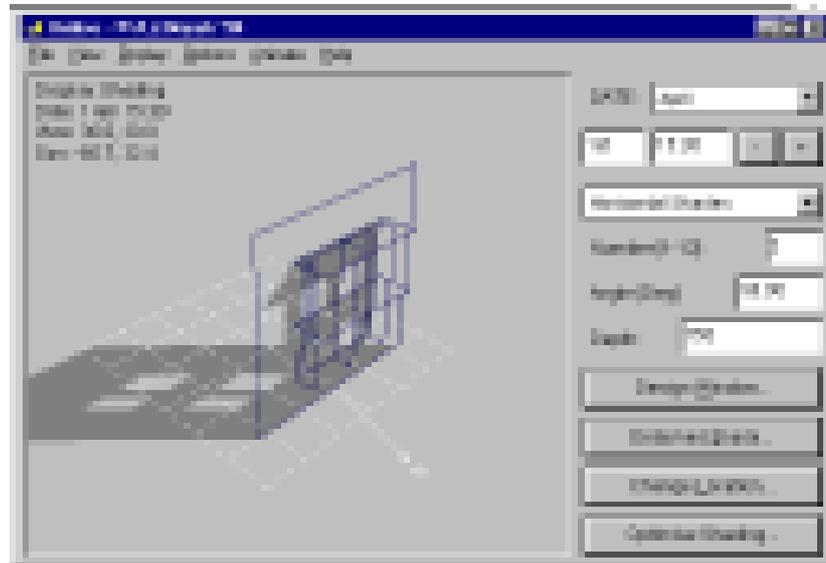
<SHIFT↑>+ <FRECCE>
Ruota il modello di 1 volta.

<CTRL> + <FRECCE>
Sposta il modello nella direzione principale.

<HOME↵>
Disponi il modello visualizzato sullo schermo.

<DELETE> - canc
Zoom fuori dal modello.

<INSERT> Ins
Zoom dentro il modello.



Vista ortogonale:

Mouse:

<TASTO SINISTRO DEL MOUSE>

Seleziona i piani e i nodi

<TASTO DESTRO DEL MOUSE>

Modifica la vista prospettica

<CTRL> + <TASTO DESTRO DEL MOUSE>

Sposta il modello

Tavoletta:

<FRECCE>

Ruota il modello 10 volte

<SHIFT ↑> + <FRECCE>

Ruota il modello di 1 volta

<CTRL> + <FRECCE>

Sposta il modello nella direzione principale

<HOME↖>

Aggiusta il modello realizzato nello schermo

<DELETE>

Zoom fuori da l modello.

<INSERT>

Zoom dentro il modello.

Diagramma stereografico:

<FRECCIA ←>

Incremento di tempo di 15 volte

<FRECCIA →>

Decremento di tempo di 15 minuti.

<SHIFT ↑> + <FRECCIA ←>

Incremento di tempo di 1 minuto

.

<SHIFT ↑> + <FRECCIA →>

Decremento di tempo di 1 minuto.

<FRECCIA ↑>

Decremento della data di 1 settimana

<FRECCIA ↓>

Incremento data di 1 settimana

<SHIFT ↑> + <FRECCIA ↑>

Decremento data di 1 giorno.

<SHIFT ↑> + <FRECCIA ↓>

Incremento data di 1 giorno.

Ingresso dei valori di dimensione

Quando vengono introdotti i valori dimensionali nelle caselle di edit, l'interpretazione dei dati dipenderà dalle unità correntemente selezionate. Per le unità decimali, tutti i valori vengono assunti mettendo il punto. Avremo come risultato che ognuno dei seguenti valori sarà valido nel seguente modo: 900, 900.0, 9 e 2 oppure 900.0000.

È possibile utilizzare le due unità di misura i piedi e i metri, possiamo inoltre utilizzare i decimali oppure introdurre semplicemente un valore oppure uno spazio di fronte ai piedi e ai metri.

Quando si analizza la stringa dei risultati, HELIOS vede per un certo periodo, una quota singola o uno spazio, che va a trovare per primo. Si ha come risultato che qualsiasi di queste diciture sono valide ed equivalenti come input; 4.6, 4 6, 4'6" e 4' 6". Comunque semplicemente digitando gli inch il valore verrà interpretato in piedi, se verranno digitati i millimetri i valori saranno in metri.

Ingresso dei valori Temporal

Quando si introduce un valore temporale in ciascuna delle caselle di editing ci sono un certo numero di opzioni, HELIOS riconosce la colonna che separa le ore con i decimali oppure le 24 ore intere. Per esempio, i seguenti input sono validi ed equivalenti: 15:30, 15.5, 15.500 or 1530.

4.4.4 Editare i parametri del modello

Cambiare i parametri riferiti al tempo

Il tempo può essere introdotto sia specificando un valore espresso in tempo nella casella di testo nella porzione di finestra vicina alla parte alta a destra oppure selezionando i due bottoni adiacenti. Questi bottoni di incremento/decremento cambiano il tempo con 15 minuti di differenza dal sorgere o tramontare del Sole.

Oltre a ciò questi tasti accelerano anche le seguenti funzioni:

<PAGINA ↓>

Incremento di tempo di 15 minuti.

<PAGINA ↑>

Decremento di tempo di 15 minuti.

Quando visioniamo il diagramma Sterografico, il cursore aggiusta il tempo e la data invece di ruotare o spostare la vista.

<FRECCIA ←>

Incremento di tempo di 15 minuti.

<SHIFT ↑> + < FRECCIA ←>

Incremento di tempo di 1 minuto.

<FRECCIA →>

Decremento di tempo di 15 minuti.

<SHIFT ↑> + < FRECCIA →>

Decremento di tempo di 1 minuto.

Cambiare la data

Cambiare la data è semplicemente possibile selezionando il mese richiesto dalla lista provvedendo a specificare il giorno dell'anno nella casella di edit. Tutte le date sono state scelte in modo tale che non si possa eccedere nella scelta del numero massimo di giorni nel mese specificato.

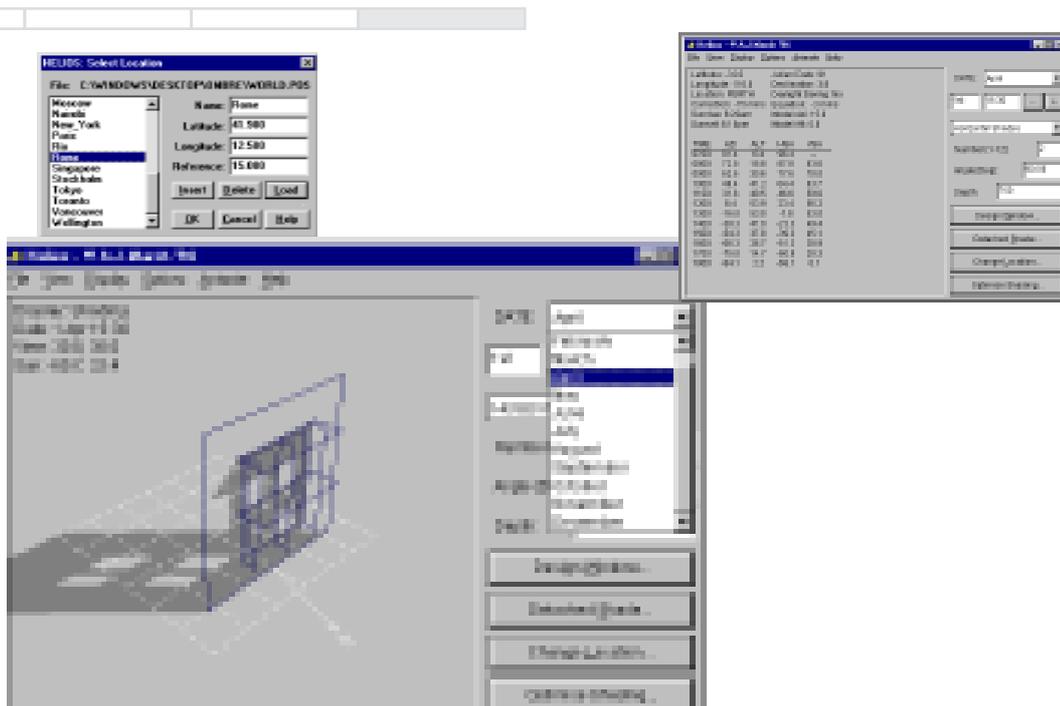
Come con il tempo, i seguenti tasti accelerano le seguenti funzioni.

<SHIFT↑> + <PAGINA ↓>	Incremento di data di un giorno.
<SHIFT↑> + <PAGINA ↑>	Decremento di data di un giorno.
<CTRL> + <PAGINA ↓>	Incremento di data in un mese
<CTRL> + <PAGINA ↑>	Decremento di data in un mese

Quando visioniamo il diagramma Sterografico, il cursore aggiusta il tempo e la data invece di ruotare può spostare la vista.

< FRECCIA ↑>	Sposta indietro di una settimana
<SHIFT↑> + < FRECCIA ↑>	Sposta indietro di un giorno
< FRECCIA ↓>	Sposta avanti di una settimana
<SHIFT↑> + < FRECCIA ↓>	Sposta avanti di un giorno

Schermature - Strumenti di controllo



Cambio di posizione

In ogni momento è possibile cambiare posizione per una nuova selezionando **CHANGE LOCATION** dalla finestra di avvio, oppure dal menù Opzioni selezionando **Change Location**. Se la città richiesta non esiste nell'elenco proposto nella casella di dialogo, è possibile inserire una nuova localizzazione nella casella di edit.

Opzioni di Dialogo

Nome

Posizionare in questa casella la località. Nel caso di nomi con il trattino la città può essere scritta in questi due modi: come *MexicoCity* oppure *Mexico_City*.

Latitude

Inserire la latitudine della città in gradi decimali, positivi per l'emisfero nord e negativi per quello a sud.

Longitude

Inserire la longitudine della città in gradi decimali.

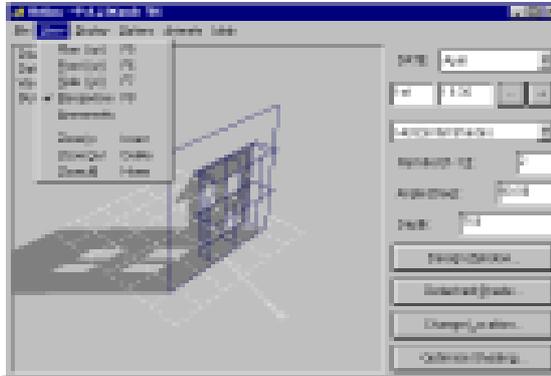
Riferimenti

La casella si riferisce alla longitudine della città scelta, se non la dovessimo sapere può essere usata la longitudine della zona ma ricordiamoci che essa è riferita al tempo solare e non al tempo locale.

La prima volta che userai HELIOS le località della lista saranno riferite a città Australiane con i parametri di riferimento contenuti nel file "HELIOS.LOC", è possibile inserire altri nomi di città con i dati relativi.

Per trovare i dati di altre città che non sono inserite nel programma Helios è stato fornito un altro programma "città" che individua molte città in tutto il mondo fornendo i dati di zona.

Nel file "WORLD.LOC" sono presenti un numero di città del mondo, un numero maggiore rispetto al file che si apre come predefinito, in cui sono contenute per lo più città Australiane. E' possibile aprire questo file selezionando il tasto "Load" nel "select location" e specificare nella selezione il file world.loc.



È possibile modificare la lista delle città presenti nel programma selezionando “save” una volta che si sono effettuati i cambiamenti desiderati.

4.4.5 Editare i parametri di modello

Informazioni del modello

HELIOS offre una considerevole flessibilità nelle opzioni grafiche. Puoi scegliere di fare vedere le ombre, il tracciato del Sole, le dimensioni del disegno delle aperture, la tabella solare, o il diagramma stereografico. Tali scelte possono essere fatte dal menù (oppure con i tasti da F9 a F11). Alcune tastiere hanno tali funzioni nei tasti delle virgolette (“”).

Le ombre possono essere disegnate oppure tracciate come poligoni, selezionando le ombre nel menu Opzioni oppure pigiando il tasto “F”. Sono state analizzate due tipi di ombre, quelle proiettate sulla parete piana, (Ombreggiatura Verticale), e quelle proiettate sul piano dell’orizzonte (Penetrazione orizzontale). Entrambe possono essere attivate con il tasto “on” o “off” usando il menù oppure premendo il tasto S e P rispettivamente.

Viste del modello grafico

Il modello può essere visto in PIANTA, PROSPETTO LATERALE, PROSPETTO FRONTALE, PROSPETTIVA e ASSONOMETRIA. Per editare queste funzioni è possibile farlo attraverso la tendina menù oppure attraverso i tasti da F5 a F8.

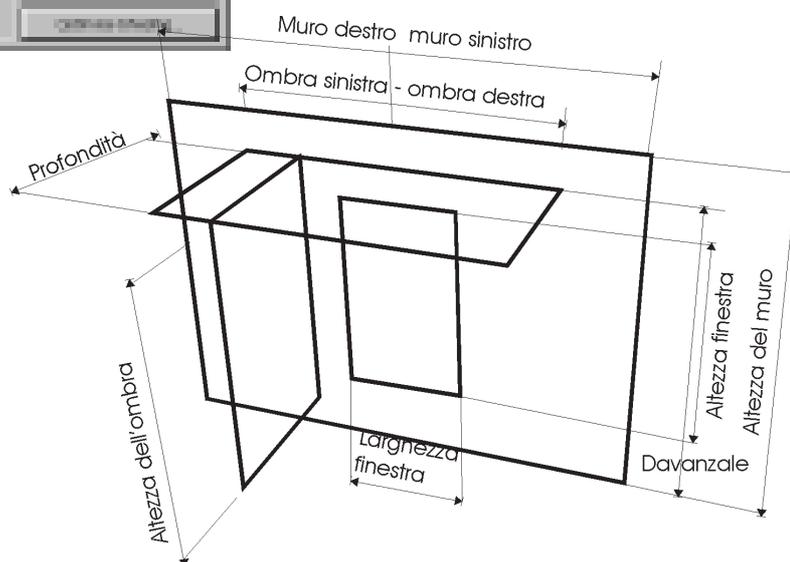
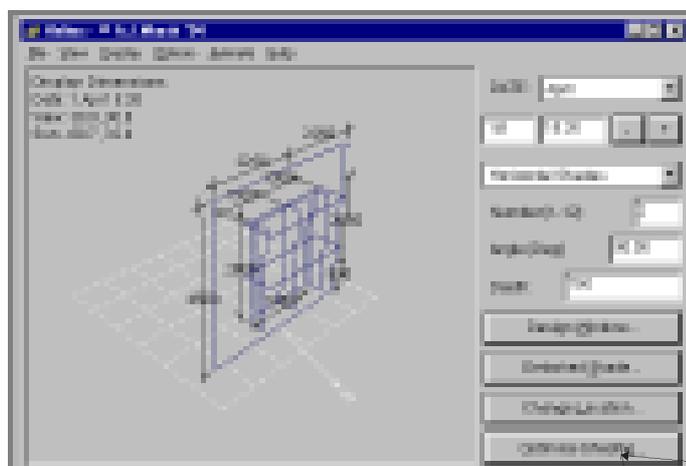
Si può inoltre passare da una vista a un’altra nei seguenti modi con:

Mouse:

<BOTTONO DESTRO DEL MOUSE> Ruota il modello
<CTRL> + <BOTTONO DESTRO DEL MOUSE > Sposta il modello

Tastiera:

<TASTO DELLE FRECCE> Ruota il modello di 10 volte
<SHIFT↑> + <TASTO DELLE FRECCE> Ruota il modello di 1 volta
<CTRL> + <TASTO DELLE FRECCE > Sposta il modello nella direzione principale
<HOME ↵> Inserisce intera la figura nello schermo
<DELETE> Zoom esterno
<INSERT> Zoom interno



Editare i parametri del modello

Il modello può essere modificato cambiando i parametri nella finestra di dialogo. Tali parametri possono essere cambiati direttamente oppure utilizzando il mouse.

Il diagramma è stato inserito tenendo conto dell'origine (0,0,0) e il piano di terra è sempre assunto con $z=0$. Sul piano di terra è stata disegnata una griglia con passo di 1 metro oppure 1 piede, dipende dall'unità di misura che intendiamo utilizzare. Nel caso volessimo utilizzare una unità di misura differente da queste il programma è comunque in grado di funzionare perfettamente.

Finestra di disegno

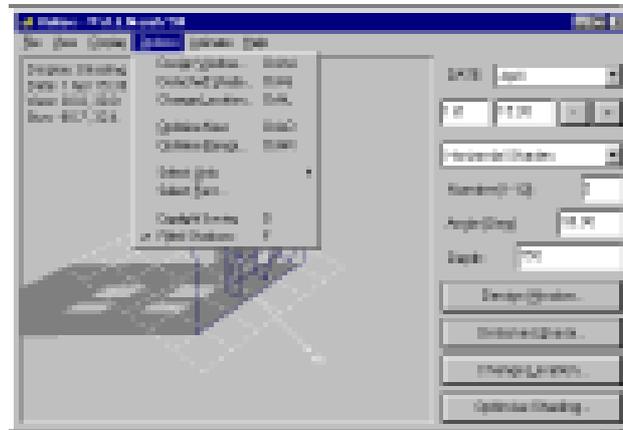
Finestra principale

Width - Larghezza:

Tale misura si riferisce alla ampiezza totale della finestra. La finestra deve essere disegnata in modo da essere simmetrica rispetto all'origine.

Height - Altezza:

Si riferisce all'altezza della finestra stessa. L'altezza dall'architrave a terra è data dall'altezza del davanzale + l'altezza della finestra.



Sill - Davanzale:

Si riferisce all'altezza del davanzale oppure il punto più basso da terra ($z=0$).

Rear Wall - Parete

Left- Sinistra:

Si riferisce alla distanza tra la parte sinistra, la parete muraria e il centro della finestra. (vista dall'interno). Lo spessore murario non viene considerato perché influente per quanto riguarda l'ombreggiamento.

Right - destra:

Tale misura è riferita alla distanza tra il lato destro del muro e il centro della finestra (come vista dall'interno).

Height - altezza:

Si riferisce alla distanza tra la sommità del muro e il terreno. L'altezza dei muri interna viene usata per determinare la profondità della griglia di terra.

Depth – spessore:

Si riferisce allo spessore del muro. In molti casi, l'effetto dello spessore murario è irrilevante in quanto la sua ombreggiatura va ad influenzare l'ombra stessa della porta. La luce del Sole sugli angoli della finestra o altre superfici più interne si rifletterà all'interno della stanza, incrementando enormemente sia il fenomeno di abbagliamento che la perdita di calore. Pertanto tale parametro viene introdotto per due motivi: il primo perché in questo modo il modello ha un disegno più accurato nel fattore che determina l'irraggiamento interno e il secondo per raffinare i limiti di ottimizzazione quando non sia fisicamente possibile per il Sole accedere a causa della incidenza della vetrata.

Display Wall Depth – Spessore murario:

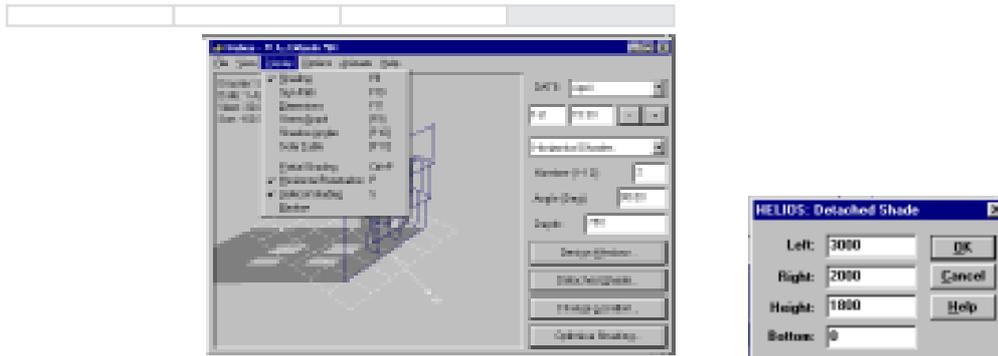
Premendo questo tasto faremo in modo tale che lo spessore murario venga aggiunto all'ombra che direttamente attraversa la superficie finestrata. Ciò significa semplicemente che l'ombra proiettata fuori dalla superficie interna (all'interno della finestra) e non al di fuori della reale parete muraria.

Window Orientation – Orientamento finestra

Azimuth - Azimut:

È l'angolo orizzontale tra la finestra e un punto a Nord (dell'asse x). Le unità sono i gradi i positivi sono quelli in senso orario.

Schermature - Strumenti di controllo



Altitude- Altitudine:

Ciò si riferisce all'angolo verticale tra la finestra e la linea di terra (piano xy). Ancora una volta l'unità di misura è il grado con quelli positivi ruotando il modello verso l'alto.

Shading Devices – sistemi di schermatura

Left - sinistro:

Si riferisce alla distanza tra il lato sinistro e qualsiasi piano d'ombra orizzontale e il centro della finestra.

Right - destro:

Si riferisce alla distanza tra il lato destro e qualsiasi piano d'ombra orizzontale e il centro della finestra.

Height - altezza:

Si riferisce all'altezza di tutti gli elementi schermanti verticali, si misura dalla base alla sommità (data da altezza davanzale + altezza finestra + tolleranza superiore ToleranceTop).

Shade Gaps – Cono d'ombra

Sides - lati:

Si riferisce al grado di tolleranza tra il lato e la finestra e la posizione del primo ed ultimo schermo frangisole verticale. Se è posto a 0.00, l'ombra verticale sarà posta a destra dello spigolo della finestra. Se è posto a 250.00, poi l'elemento più esterno di ombreggiamento verticale sarà posto a 250 mm da ogni spigolo.

Top – parte superiore:

Si riferisce all'apertura tra la sommità e la finestra e il primo elemento di ombreggiamento orizzontale. Se esso è posto a 0.00, l'ombreggiatura orizzontale si proietterà al di fuori esattamente lungo la linea superiore della finestra.

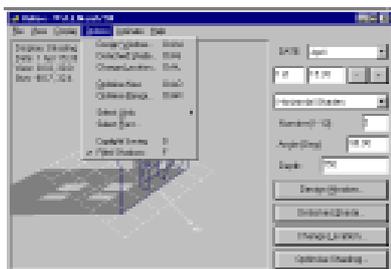
Mouse Snap

Angle - Angolo:

Questo parametro si riferisce all'incremento base a cui interagisce il mouse per cambiare i parametri angolari. E' semplicemente un valore circolare al quale si riferiscono i valori degli angoli. Esso non può né essere 0 né negativo.

Grid- Griglia:

Ciò si riferisce all'incremento base a cui interagisce il mouse per modificare i parametri dimensionali. È semplicemente un valore circolare al quale sono riferite i valori di posizione che ruotato attorno ad ogni asse.



4.4.6 Editare i parametri di schermatura

Editing Shading Parameters – Editare i parametri di schermatura

La finestra può essere schermata usando una combinazione di 24 frangisole tra quelli orizzontali e quelli verticali e uno per fare ombra separato (Numeri [1-12]). Il numero, l'angolo e la profondità di ogni ombra può essere stabilita utilizzando i comandi a sinistra del grafico nella schermata principale. Questi comandi funzionano esattamente nello stesso modo di quelli all'interno della casella di dialogo.

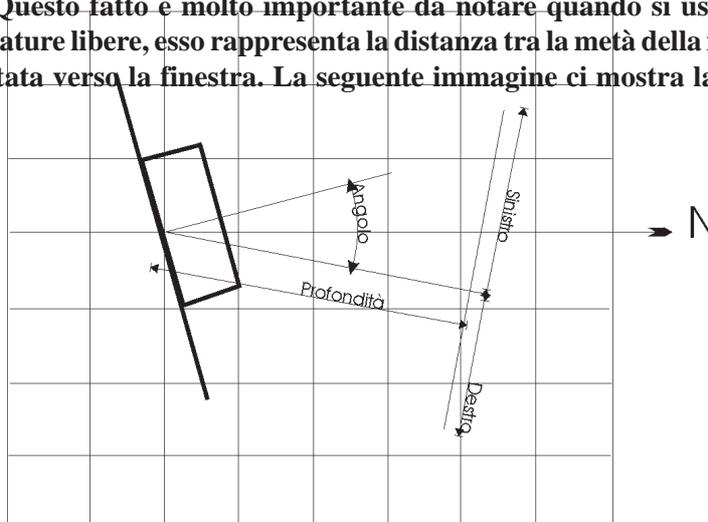
Shading Parameters – parametri di schermatura

Angle - Angolo:

Per una ombreggiatura orizzontale e verticale, questo rappresenta l'angolo di ombreggiatura relativo al piano della finestra. L'angolo fisso è di (default) 90 gradi. Per la schermatura separata, il funzionamento è esattamente lo stesso di quello delle schermature verticali ed orizzontali, comunque il valore fisso è 0 gradi, correndo paralleli alla linea di piano. Tutti gli angoli sono rappresentati in gradi decimali con quelli positivi in senso antiorario.

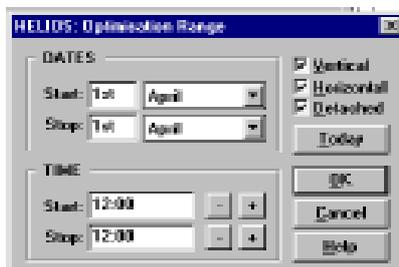
Depth- profondità:

Per una ombreggiatura orizzontale e verticale, questo rappresenta la dimensione di ogni ombra, non la distanza della sporgenza. Questo fatto è molto importante da notare quando si usano gli angoli di schermatura. Per le schermature libere, esso rappresenta la distanza tra la metà della finestra e la metà dell'ombra, dopo sarà ruotata verso la finestra. La seguente immagine ci mostra la relazione tra le ombre.



Ottimizzazione dei sistemi di schermatura

Una volta che abbiamo introdotto le misure di un vano finestra e descritta la localizzazione in cui è posta è possibile ottimizzare il disegno del frangisole per un certo arco di tempo, attraverso il tasto “Optimize Range” oppure selezionando “Optimize Shading” nel menù della schermata principale. È possibile inoltre inserire l'ora in cui si vuole iniziare o finire il processo di ottimizzazione.

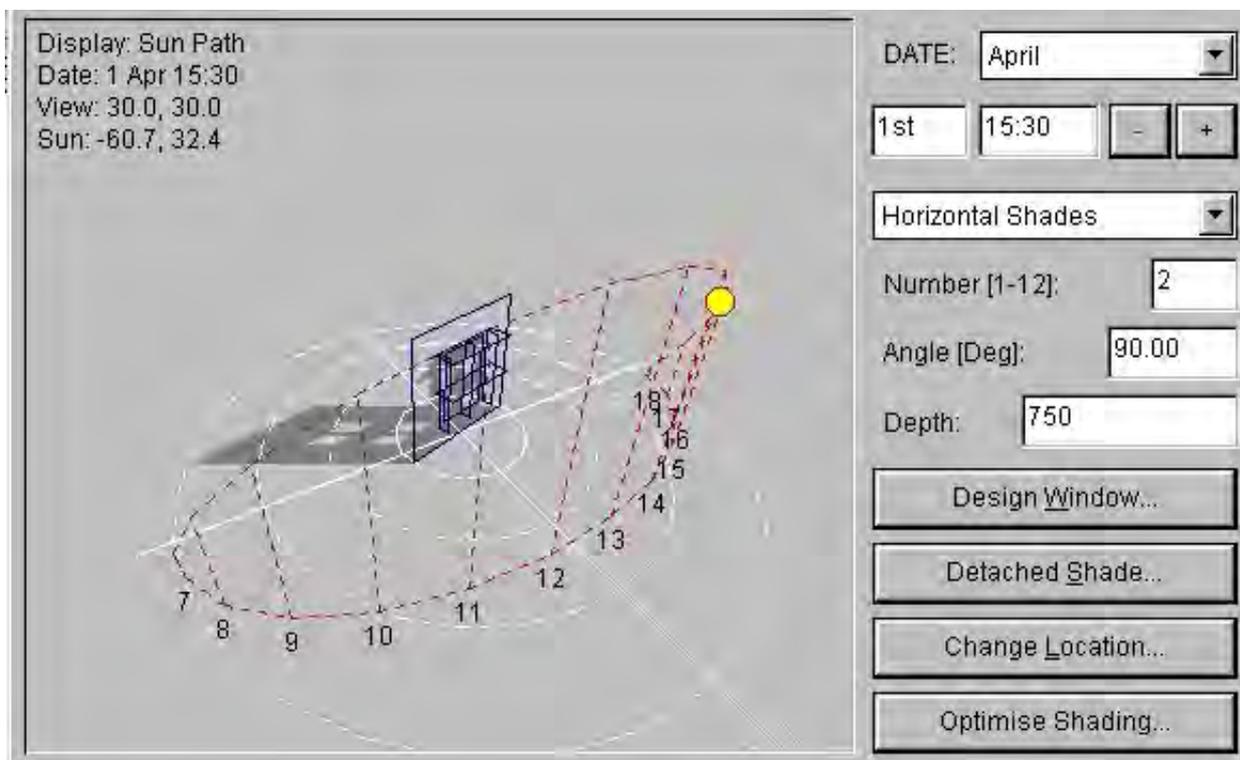


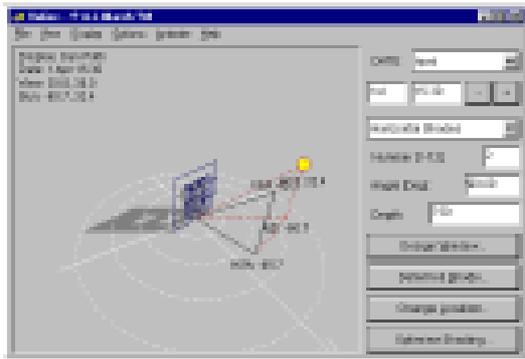
Se indichiamo come data quella appena precedente a quella indicata nella casella di stop il programma mostrerà il variare delle ombre in tutto l’arco dell’anno.

Avvertenze

Ad esempio immaginiamo di dover schermare una finestra con una schermatura singola e staccata dal muro. Quando il Sole sarà diretto e alto avremo bisogno di un frangisole infinitamente lungo per schermare la finestra. Similmente quando il Sole sarà parallelo rispetto al piano di schermatura, avremo bisogno di un frangisole infinitamente ampio. Se non ne possiamo mettere uno enorme, semplicemente premiamo l’opzione “optimise – ottimizza” in modo che il programma riduca l’elemento schermante ad una misura ragionevole.

Per ovviare a questo inconveniente HELIOS pone dei limiti arbitrari alla dimensione delle schermature e comparirà un messaggio di avviso quando ciò sarà violato.





4.4.7 Ottimizzazione dei files

File di localizzazione

HELIOS contiene come file di localizzazione una serie di città in Australia e nel mondo. Questi file sono semplicemente file di testo posti nella finestra di dialogo delle località. È possibile creare o cancellare una nuova località nei file in ogni momento.

Creare una nuova Località

Per creare una nuova località, è necessario digitare il bottone di “insert” come nuova località nella lista dei comandi. Quando stiamo per uscire la finestra di dialogo chiederà se desideriamo salvare i cambiamenti, se lo desideriamo è necessario rispondere OK.

Cancellare una località

Per cancellare una località, basta semplicemente selezionarla attraverso la finestra della lista delle località e digitare il bottone DELETE. Quando stiamo per uscire la finestra di dialogo chiederà se desideriamo salvare i cambiamenti, se lo desideriamo è necessario rispondere OK.

Salvare i cambiamenti

Dopo avere fatto i cambiamenti alla lista, se si seleziona il bottone OK, verrà chiesto se desideriamo salvare i cambiamenti sul disco. Selezionando YES verranno salvati i cambiamenti effettuati sulle località.

4.4.8 Comandi di Riferimento

New (Alt-f, n) - Nuovo

Iniziare un nuovo modello così è possibile effettuare una nuova finestra. Se il corrente modello non è stato salvato apparirà una finestra chiedendo se lo vogliamo salvare per primo.

Il nuovo modello utilizza i parametri di settaggio del file iniziale. È possibile cambiarli digitando SAVE SETUP... nel menù.

Open... (F3) – Aprire un file

Caricare un modello in HELIOS. Se non è stato salvato il modello corrente, una finestra di dialogo apparirà chiedendo se lo vogliamo salvare per primo. È possibile selezionare un “File Open” dalla finestra di dialogo

Opzioni finestra di dialogo

File Name – Nome file

Per aprire un file selezionare quello desiderato sulla tendina dei file e cliccare due volte, oppure digitare il nome e premere OK.

Lista dei file apribili



Scelta del file da aprire. Con il programma HELIOS è possibile aprire soltanto i file con estensione .SOL in quanto solamente i file in formato ASCII sono riconosciuti da questo programma.

Save (F2) - salvare

Quando si salva un file i seguenti parametri verranno salvati con esso:

Data e ora corrente. – Località - Corrente ottimizzazione - Informazioni parametriche - Unità selezionate.

Save As... (Alt-f, a) – salva come

Salva con un nuovo nome un modello già esistente. È possibile selezionare un nome nuovo nella finestra dei file.

Print... (Alt-f, p) - stampa

Apri la finestra di stampa per stampare la corrente vista con le specifiche e le opzioni specificate nella stampante di sistema, oppure la pagina corrente o una serie di pagine.

Print to File – stampa su file

Crea un file stampabile da DOS..

Setup di stampa

Consent di selezionare una specifica stampante con le specifiche opzioni, dimensione, orientamento carta, caricamento carta.

Copies - copie

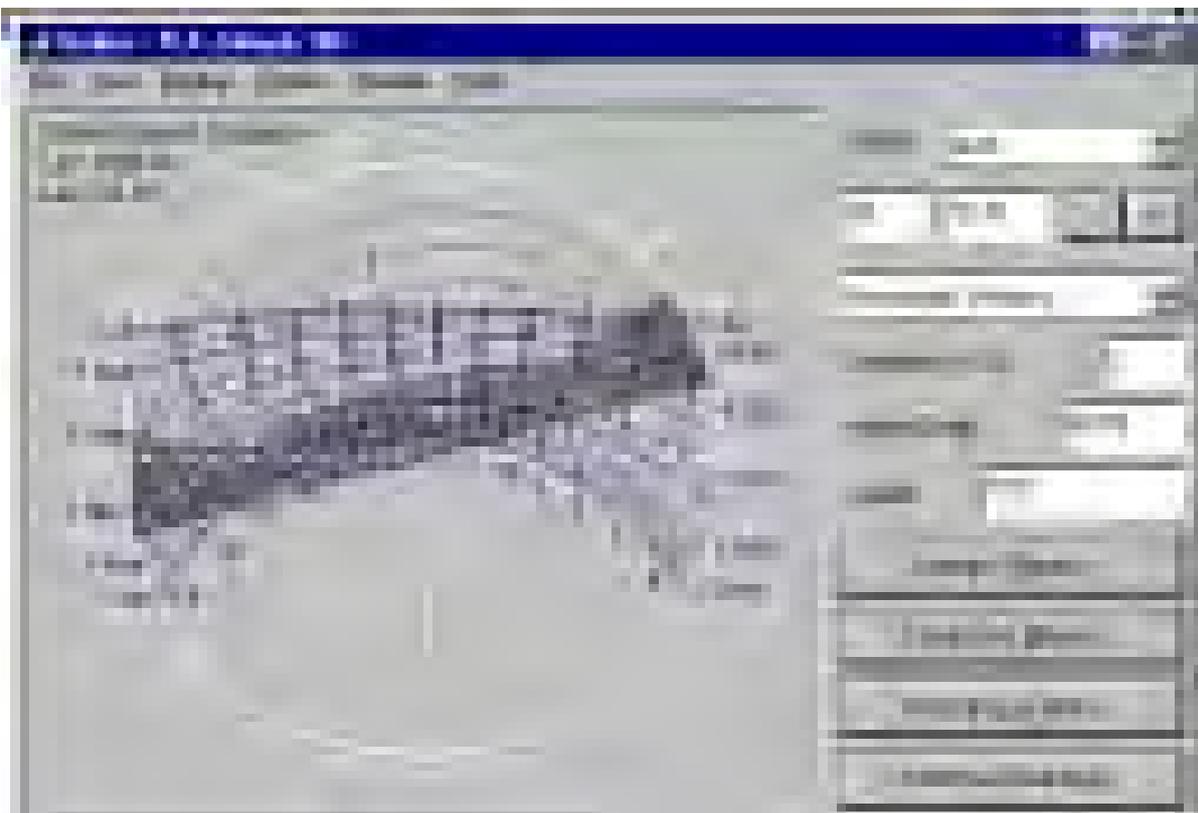
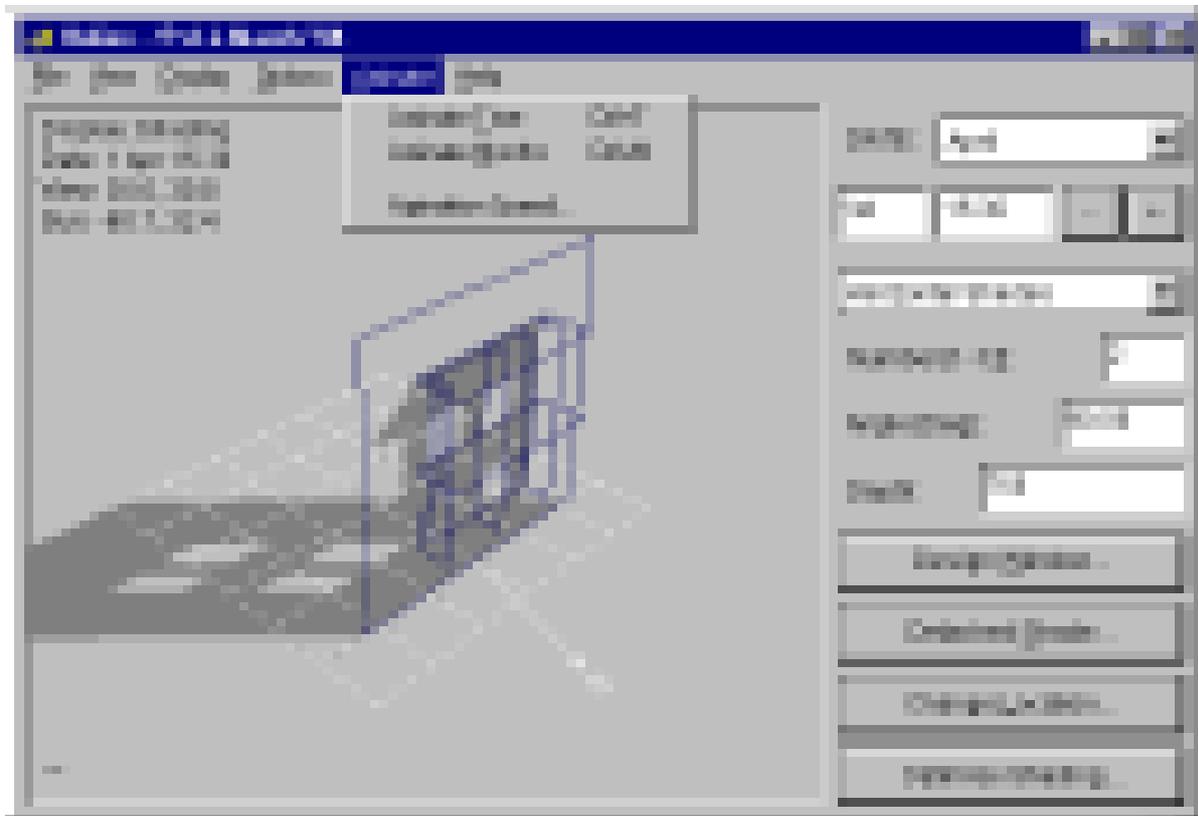
Possono essere stampate varie copie fino ad un numero di 999 di copie.

Model Parameters – Parametri del modello

Questa opzione salverà il modello corrente come default ogni volta che si apre HELIOS.

Exit (Alt-F4) - Uscire

Finire la corrente sessione di HELIOS e salvare i cambiamenti se ancora non abbiamo provveduto.



BIBLIOGRAFIA

- A.A. V.V. *Architecture and urban space*, PLEA 91. Kiuwer Ac. Pub. Sevilie, Spain, 1991.
- AA. VV. (Commissione della Comunità Europea), *Solar architecture in Europe*, Ed. Prism Press, 1991.
- AA. VV., *Energy conscious design*, Batford for the Commission of the European Communities, Ed. J.R. Goulding, J. Owen Lewis, T.C. Steemers, 1992.
- AA. VV., *La vita tra cose e natura: il progetto e la sfida ambientale*, Milano, Electa, 1992.
- AA. VV., *Politica e gestione del territorio*, 1980.
- AA.VV. "Francia" *Abitare* n.309, Luglio-Agosto 1992
- AA.VV. "L'architettura d'oltralpe: una sfida europea" *Arredo Urbano* n.47:48, Gennaio-Aprile 1992
- AA.VV. "Paris" *Techniques & Architecture* n.412, Febbraio-Marzo 1994
- AA.VV. "Pierre Lombard: la pedagogie de l'espace" *Villes et Architecture*, Le Moniteur Settembre 1992
- AA.VV., *4° Salon International de l'Architecture*, L'Arca Edizioni, Milano 1991.
- AA.VV., *Architettura & Natura*, Mazzotta 1994.
- AA.VV., *Architettura ed energia. Sette edifici per l'ENEA*, De Luca Editore, Roma 1981.
- AA.VV., *Architettura inglese oggi*, Electa, Milano 1991.
- AA.VV., *European Directory of Energy Efficient Building*, James & James, Londra 1993.
- AA.VV., *European directory of energy efficient building*, James & James, Londra 1994.
- AA.VV., *La Progettazione dell'Architettura Bioclimatica*, Atti del Seminario sui sistemi passivi, Bari, 1979 Muzzio Editore, Padova 1980.
- AA.VV., *Il clima come elemento di progetto nell'edilizia*, Liguori Editore, Napoli 1977.
- AA.VV., *Il museo della natura*, Alinea 1993.
- AA.VV., *Il sole e l'habitat; 162 progetti per l'impiego di energia solare nell'edilizia residenziale e scolastica*, Atti del Concorso nazionale indetto dal Ministero dell'Industria e dall'Istituto Nazionale di Architettura-In/Arch, Edizioni Kappa, Roma 1981.
- AA.VV., *Qualità urbana in Europa*, Fiere internazionali di Bologna 1993.
- AA.VV., *Risparmio energetico nel patrimonio edilizio esistente*, IACP, Milano 1986.
- AA.VV., *The state of the art and future research on passive cooling in architecture*, Proceedings of the International Meeting ENEA, Rome 1994
- Abdesselam M. en collaboration avec Greauume F., Traisnel J.-P., Campana D., *Guide de la conception climatique du batiment en climat tropical humide; application à la Nouvelle-Calédonie*, Rapport AFME Agence Française de la Maitrise de l'Energie , septembre 1987.
- Abel E., *Energy Retrofitting of Office Buildings*, CADDET, The Netherlands, 1992.
- Abrams D., *Low Energy Cooling.*, Van Nostrand Reinhold Company, New York 1986.
- Accordi B., Lupia Palmieri E., *Il globo terrestre e la sua evoluzione*, Bologna, Zanichelli, 1987.
- Achard P., Gicquel R., *European Passive Solar Handbook, Preliminary Edition*. Commission of the European Communities Directorate General XII, Bruxelles, 1986.
- Adreadaki E., *The Climate of Earth Sheltered Buildings* Ph.D. Thesis, University of Salonika, 1986.
- AFME Agence Française de la Maitrise de l'Energie, *Conception bioclimatique en pays tropical*, Rapport de recherche CERER, AFME, 1985.
- AFME Agence Française de la Matrise de l'Energie, *Forme, Orientation, Energie, Cahiers Pédagogiques Thermique et Architecture*, AFME, octobre 1989.
- AFME Agencie Française de la Matrise de l'Energie, *Analyse climatique du Site, Cahiers Pédagogiques Thermique et Architecture*, AFME, octobre 1987.
- AIA - American Institute of Architects - Research Corporation, *Regional Guidelines for Building Passive Energy Conserving Homes*, Washington 1978.
- Alexandroff Georges et Jeanne-Marie, *Architectures et climats; soleil et énergies naturelles dans l'habitat*, Collection Architectures, Berger-Levrault, Paris 1982.
- Alvar Aalto, Editions d'Architecture, Zurich 1965.
- American Planning Association (The), *Site Planning for Solar Access*, U.S
- Anderson B., Blum S., Holtz M., *Design Tool Selection*

- and Use, International Energy Agency. Design Information Booklet no. 4, 1988.
- Anderson B., *Energia solare - manuale di progettazione*, Padova, F. Muzzio, 1981.
- Anderson B., Riordan M., *Il libro della casa solare. Tutto ciò che occorre sapere per progettare e costruire la casa solare*, Cesco Ciapanna Editore, Roma 1981.
- Anderson, B., *Energia solare. Manuale di progettazione*, F. Muzzio, Padova 1980.
- Aranovitch E., Oliveira E., Steemers T., Ed., *Proceedings of Workshop on Passive Cooling.*, Ispra 2-4 April 1990. CEC 1990.
- Ayoob Nassir Ayoob, *Analyse théorique et expérimentale du comportement de systèmes de refroidissement évaporatif couplés à des enveloppes de bâtiments*. Thèse de Doctorat en Sciences de l'ingénieur de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, 13 novembre 1990.
- B**
- Bacigalupi V., Benedetti C., *Progetto ed energia*, Edizioni Kappa, Roma 1980.
- Bahadori M., *A Passive Cooling Heating System for Hot Arid Regions*, 13 th National Passive Solar Conference, Cambridge, USA, pp 364-367, June 1988.
- Bahadori M., *Il condizionamento dell'aria nell'architettura iraniana*, Le Scienze, 116, 1978.
- Baker N. Fanchiotti A. "Daylighting in Architecture - a European Reference Book", James and James 1993.
- Balcomb D., *Passive Solar Design Handbook*. Vol. I and II, U.S. Department of Energy.
- Banham R., *Ambiente e Tecnica nell'Architettura moderna*, Bari 1978.
- Banham, *Ambiente e Tecnica nell'Architettura Moderna*, Biblioteca Universale Laterza, Bari 1993.
- Banmam R., *The architecture of the well tempered environment*, Bari, Laterza, 1984
- Baroni Giorgio., *Tecnologie delle Architetture di Cristallo, Le facciate Leggere Continue Vetrate*, Editoriale programma, Padova, 1984 .
- Bauman F., Ernest D., Arens E., *The Effects of Surrounding Buildings on Wind Pressure Distributions and Natural Ventilation in Long Building Rows.*, ASHRAE Transactions, Vol 94, Part 2, 1988.
- Bedel J., Ceron J.P., J. Jan, *Le rayonnement solaire à Carpentras*, Météorologie Nationale, division climatologie, octobre 1977.
- Benedetti C., Bacigalupi V., *10 Progetti per l'energia. Esperienze didattiche di tecnologia dell'architettura*, Edizioni Kappa, Roma 1982.
- Benedetti C., *L'energia del sole. Tecnologie ed applicazioni in architettura*, Roma, Edizioni Kappa, 1978.
- Benedetti C., *Manuale di architettura bioclimatica*, Rimini, Maggioli , 1994
- Bernard M. Alfonso Sevilla "Architectura solar pasiva: pianual de diseno", Almeria 1993
- Bernatzky, A. *The contribution of trees and green spaces to a town climate. Energy and buildings*, 5, 1-10, 1982.
- Bettini V., Bizzozero A., Rabitti P., *La casa del sole - Architettura e risparmio energetico*, Napoli, Cuen, 1995.
- Bianchi Massimo, Martera Eugenio, Setti Paolo., *Barcellona 1981-1992*, Comune di Firenze, Alinea, Firenze, 1991.
- Borel Jean-Claude, CSTB, *Le confort d'été dans les constructions scolaires à structure légère*, Cahiers du CSTB, n° 104, Cahier 910, novembre 1969.
- Borel Jean-Claude, Millet Jean-Robert (CSTB) et Murriss Francis (DEF), *La conception thermique des bâtiments en Guadeloupe, Guyane, Martinique*. Trois plaquettes CSTB-EDF, 1982.
- Bottero M., Rossi G., Scudo G., Silvestrini G., *Architettura solare; tecnologie passive e analisi costi-benefici*, Milano, Clup, 1984.
- Bottero-Rossi-Scudo-Silvestrini., *Architettura solare*, Città Studi, Milano 1984.
- Bouchair A., *Moving Air, Using Stored Solar Energy.*, Proceedings of the 13th National Passive Solar Conference, Cambridge, June 1988.
- Bouillot, O. "An environment-site-urbanspace-architecture" card index. Plea 91. Seville, Spain, 1991.

- Bourges B. (ed.), *Climatic Data Handbook for Europe*, Kluwer Academic Publishers., London 1992
- Boutet T., *Controlling Air Movement*, Mc Graw Hill, 1987.
- Bowen A., *Heating and Cooling of Building of Sites Through Landscape Planning, Passive Cooling Handbook.*, AS/ISES, Newark, 1980
- Bowen, A. Kasathko. *Heating and Cooling of Buildings Through Landscape Design.* Solar Energy Conversion II, Jansen, A. & Swartman, R. (eds.). Pergamon Press, 1981.
- Brookes A.J., Grech, C., *Connections studies in building assembly*, Butterworth Heinemann ed., Oxford, 1992.
- Brookes Alan Grech Chris., *The building envelope*, Butterworth Architecture Ltd, London, 1990.
- Brookes J. Alan, *Conessioni in edilizia*, Milano, BE-MA Editrice, 1993
- Burberry P., *La progettazione del risparmio energetico*, Muzzio Editore, Padova 1979.
- Butera F., “*Quale energia per Quale Società*”, Mazzotta, Milano 1979.
- Butera F. “*Architettura bioclimatica: il raffrescamento passivo*”, Milano 1994
- Butti K., Perlin J., *A Golden Thread: 2.500 Years of Solar Architecture and Technology*, New York 1980.
- C**
- C.Blasi, A.Paoella “*Progettazione ambientale*” NIS, Roma 1993.
- Cain Alain, Afshar Farroukh, Norton John, Daraie Mohammed Reza, *Et le fond de l'air sera frais*, Le Sauvage, juillet 1976.
- Calderaro V., *Architettura solare passiva.: manuale di progettazione*, Edizioni Kappa, Roma 1981.
- Calimani R., *Energia e informazione. Analisi completa della realtà energetica*, Muzzio editore, Padova 1987
- Canha De Piedade, *Natural Cooling, Proceedings of the Summer School on Passive Applications in the Mediterranean*, Cephalonia, 1988 , JRC Ispra, CEC 1988.
- Cardarelli U., *Urbanistica ed energia: per una progettazione urbana consapevole dei problemi energetici*, La Nuova Italia, Firenze 1982.
- Carletti R., *Risposte bioclimatiche alla crisi energetica del 1500*, INAIL CTE Sett. V Rapporto 12.3.1983.
- Carmody J.C., Meixel G.D., Labs K.B., Shen L.S., *Earth Contact Buildings: Application Thermal Analysis and Energy Benefits*, in *Advances in Solar Energy*, Vol 2, 297, 1985.
- CBI, *Graphic Standards of Solar Energy*, Boston 1978.
- Chand I, Bhargava P., Krishak N., *Studies of the Influence of a Pelmet Type Wind Deflector on Indoor Air Motion in Building Sciences*, Vol 10, pp 231-235, 1975.
- Chand I., Bhargava P., *A Quantitative Study of the Air Deflecting Characteristics of Horizontal Sashes in The Indian Architect*, May 1975.
- Chand I., *Effect of Height of Still on Indoor Air Motion*, in *The Indian Engineer Journal*, Vol 49, pp 136-139, Sep 1968.
- Chand I., *Effect of Multiple Windows on Indoor Air Motion*, *The Indian Engineer Journal*, Oct 1969.
- Chand I., *Effect of the Distribution of Fenestration Area on the Quantum of National Ventilation in Building*, *Architectural Science Review*, pp 130-133, Dec 1970.
- Chand I., *Effect of Verandah on Room Air Motion*, *Civil Engineering Construction and Public Works Journal*, Nov. 1973.
- Chand I., Krishak N., *Studies of Air Motion in a Room Having a Door Opening into a Lounge*, *Civil Engineering Construction and Public Works Journal*, July 1971.
- Chand I., Sharma V., Krishak N., *Influence of Landscape Elements on Wind Induced Air Motion in Wide Span Buildings*, *Indian Journal of Technology*, Vol 15, pp 369-374, Sept 1977.
- Chand I., *Studies of Air Motion*, Produced by Ceiling Fans, *Research and Industry*, Vol 18, n° 3, pp 50-53, June 1973.
- Chandra S., *A Design Procedure to Size Windows for Naturally Ventilated Rooms.*, Florida Solar Energy Center, PF-46-73.
- Chandra S., *A Handbook for designing ventilated buildings*, Florida Solar Energy Center.
- Chandra S., *Fans to Reduce Cooling Costs in the*

- Southeast*, Florida Solar Energy Center, EN-13 - 855.
- Chandra S., Houston M., Fairey P., Kerestecioglu A., *Wingwalls to Improve Natural Ventilation: Full-Scale Results and Design Strategies.*, Florida Solar Energy Center, PF-47-83.
- Chandra S., P. Fairey P., Houston M., *Cooling with Ventilation*, Florida Solar Energy Center, SERI Report n° Sp 273-2966, Dec 1986.
- Charles Jencks., *Architecture Today*, Abrams Inc editions, New York, 1982.
- Chemery Laure, Duchene-Marullaz Philippe, *Atlas climatique de la construction*, CSTB-IRBAT, février 1987.
- CIAM VIII. *El corazón de la ciudad*. Editorial Científico-Médica. Barcelona, Spain, 1961.
- Cimmieri S., Lazzarin R., *La progettazione degli impianti solari. Sistemi solari attivi*, Muzzio Editore, Padova 1983.
- Climatisation naturelle*, art. "Neuf", n° 70 septembre/octobre 1977.
- Coe G., *Solar Gain*, California Energy Commission, 1980.
- Colin Davis. *British Pavillon.*, Seville Exposition, 1992., Nicholas Grimshaw e Partners, Phaidon Press, London, 1992.
- Commemorative (ed.), *The British Pavillon*, guide, ed. padiglione Britannico, Siviglia, 1992.
- Commission of the European Communities, *Solar Architecture in Europe. Design, Performance and Evaluation*, Prism Press, Bridport 1991.
- Commission des Communautés Européennes, *Architectures solaires en Europe*, Edisud, J. — Commission of the European Communities; Solar Energy in Architecture and Urban Planning; Bedford 1993.
- Commission of the European Communities, 1987 *European Conference on Architecture*, Palz. W. (Eds.), Bruxelles, 1987.
- Commission of the European Communities, *Passive Solar Architecture in Europe 2*, The Architectural Press, London 1983.
- Commission of the European Communities, *Solar Energy in Architecture and Urban Planning*, Foster N. and Partners (Eds), Bruxelles 1993.
- Commission of the European Communities, *Thermie, Energy saving in buildings technology projects, Heliostat*, Athens 1993.
- Commission of the European Communities, *European Passive Solar Handbook*, Achard P., Gicquel R. (Eds), Bruxelles 1986.
- Commissione delle Comunità Europee, *Atlante europeo della radiazione solare*, Vol. I: superfici orizzontali; Vo1. II: superfici inclinate, Tuv Rheinland Verlag, 1985.
- Conception thermique de l'habitat*, guide pour la région P.A.C.A., SOL.A.I.R., Edisud, 1988.
- Congdon R. J., *Le tecnologie appropriate. Risparmi energetici nella produzione con l'utilizzo di risorse locali*, Muzzio Editore, Padova 1982.
- Coniglio M., *Solida energetici. Proposte di design e tecnologia solare soffice*, Pirola Editore, Milano 1985.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - *Progetto Finalizzato Energetica, Dati Climatici per la Progettazione Edile ed Impiantistica*, CNR - PFE Roma 1982.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - *Progetto Finalizzato Energetica, Guida al controllo energetico della progettazione*, CNR - PFE, Roma 1985.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - *Progetto Finalizzato Energetica, L'edilizia bioclimatica in Italia. Situazione attuale e prospettive future*, CNR - PFE, Roma 1987.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - *Progetto Finalizzato Energetica, Repertorio delle caratteristiche termofisiche dei componenti edilizi opachi e trasparenti*, CNR - PFE, Roma 1982.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - *Progetto Finalizzato Energetica, Risparmio di energia nel riscaldamento degli edifici.*, Atti dei Seminari informativi del PFE, CNR - PFE, Milano 1978.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - *Progetto Finalizzato Energetica, Simulazione oraria del comportamento termico-energetico degli edifici*, CNR - PFE Roma 1982.
- Cook, J. *Cooling Design of Urban Spaces: Phoenix Oasis*. ISES Solar World Congress, Kobe, Japan, page 335, 1989.

- Cornoldi A., Los S., *Energia e Habitat*, Muzzio Editore, Padova 1980.
- Croiset Maurice, *L'hygrothermique dans le batiment; confort thermique d'hiver d'été condensations*, Ed. Eyrolles, Paris 1970.
- Cullen, Gordon. *Townscape*. The Arch. Press. London, U.K., 1961.
- Cunningham W.A., Thompson T.L., *Passive Cooling with Natural Draft Cooling Towers in Combination with Solar Chimneys.*, Proc. of Passive Low Energy Architecture (PLEA) Conference 1986.
- D**
- Dal Co Francesco, Muirhead Tom., *I Musei di James Stirling* Michael Wilford e associati, Electa, Milano, 1990
- Dall'O G., Messaggi P.L., Silli F., *Sole, progetto Habitat, Impieghi dell'energia solare negli impianti tecnici degli edifici*, CLUP, Milano 1980.
- Dall'O G., Messaggi P.L., Silli F., *Ingegneria solare. Guida alla progettazione dei sistemi solari nell'edilizia*, CLUP, Milano 1982.
- Davoli P., *Architettura senza impianti*, Firenze, Alinea, 1993.
- Davoli, P., *Architettura senza impianti*, Alinea Firenze 1993.
- De Luca, *Architettura bioclimatica*, Ed. Enea, 1983.
- Decker B., Jahn U., *Energieertrag von netzgekoppelten PV-Anlagen*, PV Solarenergie (March 1993).
- Den Ouden C., Steemers T., *Building 2000*. Volumes I and II, Kluwer Academic Publishers, 1992
- Depecker Patrick, Brau Jean, Rousseau Sylvie, *L'inertie thermique par le béton; économies d'énergie et confort d'été*, INSA, Lyon 1980.
- Dereck B., Jahn U., Rindelhrdt U., *The German 1000-Roof-Programme*, Solar Energy Conference (Montreux, October 1992).
- Dethier Jean, *Architectures de terre*, Ed. du Centre Pompidou, Paris 1986
- Di Sivo M., *Facciate di pietra*, Firenze, Alinea, 1993.
- Didillon Henriette et Jean-Marc, Donnadiou Catherine et Pierre, *Habiter le désert, les maisons mozabites*, Collection: architecte+recherches, Pierre Mardaga, éditeur, Bruxelles
- Dillensenger J.P., *Abitazione e salute: elementi di architettura biologica*, Ed.
- Dini, M., Renzo Piano, *Projects and buildings 1964-1983*, Architectural press, Londra, 1985.
- DOE International Expert Group on Passive Cooling of Buildings (An Overview), Miami, 1980
- Doutreuve Salvaing Françoise, *Architecture coloniale en Cote d'Ivoire, Inventaire des sites et monuments de Cote-d'Ivoire*, vol 1, les publications du Ministère des Affaires Culturelles, Paris, 1985.
- Duckworth E., Sandberg J., *The Effect of upon Horizontal and Vertical Temperature Gradients.*, Bulletin of American Meteorological Society, 35, 198, 1954.
- Dupagne, A. Leclercq, P. Pivotte, D. *Système Base Sur de la Connaissance Appliquée à la Réglementation Urbaine*. Europa 88, Paris, France, November 1988.
- E**
- Expò 92 Siviglia Architettura e design, Electa (ed.) Milano, 1992.
- Elemond, (ed.), *Almanacco Electa dell'architettura italiana*, Milano, 1991.
- Elemond, (ed.), *British architecture today, six protagonists*, Electa, Milano, 1991.
- Exemples de solutions pour faciliter l'application du régime de construction des bâtiments d'habitation, Titre IV, Confort d'été. CSTB 1980. cfr pubblicazione
- F**
- F. Agostoni, C.N. Marinoni "Manuale di progettazione di spazi verdi", Zanichelli Bologna 1987.
- F. Bonomo "Progetti di famiglia: Jourda e Perraudin" Costruire n.118, Marzo 1993
- F.S. Marston "La progettazione ambientale" NIS Roma 1990.
- Fabrizi L., *Il verde nel paesaggio*, Ed. Guerini Studio, 1989.
- Fairey P., *Designing and Installing Radiant Barrier Systems*, Design Note, Florida Solar Energy Center, DN - 7-84., 1984
- Fairey P., *Radiant Energy Transfer and Radiant*

- Barrier Systems in Building*, Design Note, Florida Solar Energy Center, DN-6-86., 1986
- Fanchiotti A., Scudo G., *Large Scale Underground Cooling System* in Italian 16th Century Palladian Villa, Proceedings of Passive Cooling Conference, Miami, Bowen A., Clark E., Labs K. (Edits), 1981.
- Fanchiotti A., *Un sistema naturale di raffreddamento delle ville palladiane e "covoli"*, Spazio & Societa, 19, 1982, pp. 112-123.
- Fanger F.O., *Thermal Comfort*, Copenhagen 1970.
- Farahat, A.N. *Guidelines for Energy Optimization Through Landscape Architecture in Overheated Arid Regions*. PLEA Conferences, Mexico, pages 121-143, volume 1, 1984.
- Fitch J.M., *La progettazione ambientale*, Muzzio Editore, Padova 1980.
- Fleury B., *Ventilation: an Effective Cooling Strategy*, European Symposium on Soft Energy Sources at the Local Level, Greece, September 1988.
- Fleury G., CSTB, *Les condensations superficielles sur les parois de bâtiments*, Revue Technique du Bâtiment et des constructions industrielles", n° 137.
- Foster Norman Associates, *Building and projects*, Vol 3 1978-1985, Watermark, Hong Kong 1989.
- Foster Norman Associates., *Norman Foster, tre temi sei progetti*, Electa, Firenze, 1988.
- FRAMES, *Le grandi architetture contemporanee*, Fabrizio Banchetti, ed.C.E.B.I., Faenza., 1991
- Franca J.P., Baillon J.P., *5000 Maisons Solaires*, Ministère de l'Urbanisme et du Logement, Paris, 1983.
- Funaro G., D'Errico E., *Edilizia bioclimatica in Italia: 151 edifici solari passivi*, ENEA, Roma, 1997.
- Funaro G., Fanchiotti A., D'Errico E., *116 Edifici solari passivi in Italia*, ENEA, Roma, 1985.
- Fusco L., *Persistenza e trasformazione*, Ed. Clean, 19
- G**
- Gallo C., *Bioclimatic Architecture*, in "Inside-Outside", 95, 1992, pp. 160-168.
- Gallo C., *Raffrescamento passivo, HTE: Habitat, Territorio ed Energia*, n° 79, 1992, pp. 272-278.
- Gandemer J., *Champ de pression moyenne sur les constructions usuelles; application à la conception des installations de ventilation*, Section Aérodynamique des Constructions, Etablissement de Nantes du CSTB. Cahiers du CSTB, n° 187, Cahier 1492, mars 1978.
- Gaudenzi P., *L'utilizzazione dell'energia solare e dell'irraggiamento*, verso Gerald Allen, Charles Moore, Edition du Moniteur, Paris 1982.
- Giacumacatos A., Godoli E., *L'Architettura delle scuole e il razionalismo in Grecia*, Modulo Editrice, Firenze 1985.
- Girgis M., *Landscaping for Energy Conservation*, Florida Solar Energy Center, EN-12-83, 1983
- Givoni B., *Bâtiments pour climats chaud*, Bâtiment international n° nov./déc. 1974.
- Givoni B., *Earth Integrated Buildings*, An Overview DOE International Expert Group on Passive Cooling of Buildings, Miami 1980.
- Givoni B., *Integrated passive systems for heating and cooling of buildings by natural energies*, School of Architecture and Urban Planning UCLA.
- Givoni B., *Man Climate and Architecture*, Van Nostrand Reinhold Co. New York, 1981
- Givoni B., *Models for Passive Cooling*, Proceedings of Plea Conference pp. 521- 526. Porto 1988., Pergamon Press, 1988
- Givoni, B. *Impact of planted areas on urban environmental quality: a review*. Atmospheric Environment. Voi. 25 B, N° 3.. Pergamon, 1991.
- Givoni, B. *Urban Design for Hot Humid and Hot Dry Regions*. PLEA 91, Sevilla, 1991, Kluwer Ac. Pub.
- Givoni, B. *Urban Design in Different Climates*. 1989 World Meteorological Org. (WMO/TD. N°346).
- Givoni, Baruch. *Climatic aspects of urban design in tropical regions*. Atmospheric Environment. Voi. 26 B, No 3. Pergamon, 1992.
- Glancey Jonathan., *New British Architecture*, Thames and Hudson Ltd, London, 1989.
- Goetzberger A., *Projekt eines energieautonomen Einfamilienhauses mit Wasserstoffspeicherung*, Energie -Forum, Hamburg 1987.
- Goetzberger A., Stahl W., *The Self-Sufficient Solar House*

- Freiburg, ISES Solar World Congress, Denver 1991.
- Gold-L., *Influence of Surface Conditions on Ground Temperature*, Canadian Journal of Earth Science, 4, 199, 1967.
- Gotz L., *Integration of climate in planning and building illustrated in a case of extreme climatic conditions, The impact of climate on planning and building*, Actes du symposium international de Herzliya-on-Sea, Israel 4-7 novembre 1980, rassemblés par Bitan A., Elsevier Sequoia S. A., Lausanne, 1981
- Goulding J., Lewis J. O., Steemers T., *Energy in Architecture The European Passive Solar Handbook*. B.T. Batsford 1992.
- Graf von Hardenberg j, *Considerations of houses adapted to local climate - A case study of Iranian Houses in Yazd and Esfahan, The impact of climate on planning and building*, Actes du symposium international de Herzliya-on-Sea, Israel, 4-7 novembre 1980, rassemblés par A. Bitan, Elsevier Sequoia S. A., Lausanne, 1981
- Guerra J., Alvarez S., Rodriguez E. A., Cejudo J.-M., *Full scale experiments in Expo '92: the bioclimatic Rotunda*, communication in PLEA Conference, Architecture and Urban Space, 1991, Kluwer Academic Publishers, 1991
- Guerra J., Alvarez S., Rodriguez E. A., Velazquez R., *Comfort issues in the outdoor spaces at Expo '92, communication in PLEA Conference*, Architecture and Urban Space, 1991, Kluwer Academic Publishers, 1991
- Guzzi R. *Manuale di climatologia. I modelli e le tecniche per l'analisi del terziario nella progettazione energetica*, Muzzio Editore, Padova 1981
- Guzzi R., *Intervista sul clima. Fenomeni e futuro del clima*, Muzzio Editore, Padova 1984
- H**
- Hansen, D. G. Mandraes, D. R. *Cost Effectiveness of Landscaping for Energy Savings: A Case Study*. ASES Conference, Kansas City, Missouri, U.S.A., pages 476-479, volume 4, 1979.
- Harald N.Rostvik, *The Sunshine Revolution*, Sun-Lab, Stavanger 1992.
- Hawke, Dean. Owers, Janet. Rickaby, Peter. Steadman, Philip. *Energy and Urban Built Forum*. Butterworths, Cambridge 1987.
- Herzog T. (a cura di), *Solar Energy in architecture and urban planning*.
- Holder L. H., *Automatic Roof Cooling*. Ail Showers Company, Washington, DC, 2,1957.
- Holtz M., *Design Guidelines: An International Summary*, Design Information Booklet no. 3, International Energy Agency.,Paris, 1990.
- Hoyano, A. *Climatological Uses of Plants and the Sun Control Effects*. PLEA 86, Pecz, Hungary, pages H19/H-28, volume 2, 1886.
- Hoyano, A. et al. *Experimental Study on Solar Control Effects of Vine Sunscreen at the Veranda*. Transactions on Environmental Engineering in Architecture (Architectural Institute of Japan), n5, Nov., 1983.
- I**
- Instituto Nacional de Meteorologia, *Guia Resumida del Tiempo*
- Izard J. L., *Architectures d'été*, Edisud, France, 1993
- Izard J.L., *Archi Bio: Architettura Bioclimatica*, CLUP, Milano, 1982
- Izard J.L., avec Hueber C., *Conception architecturale et confort été, première partie: analyse de sensibilité des paramètres de conception; deuxième partie: cumul des paramètres de conception*. Rapport de recherche AFME/MELTM/DAU, décembre 1989
- Izard J.L., Guyot A., *Archi Bio*, Editions Parenthèses, Marseille, 1979
- J**
- J. Rolin "Jean Nouvel" *L'Architecture d'Aujourd'hui* n.260, Décembre 1988
- Jain S.P., Rao K.R., *Experimental Studies on the Effect of Roof System Cooling on Unconditioned Building*, Building Science, 9, 9, 1974.
- Jankovich B., *Clima e progetto: note sulla progettazione bioclimatica*, Firenze,
- Joachim Ferdinand, Rotthier Philippe, Gevers Valérie,

- Ibiza, la palais paysan; essai sur les formes et les techniques dans l'habitat archaïque*, Editeurs Archives d'Architecture Moderne, Bruxelles 1988.
- Jones R., McFarland R., *Passive Solar Design Handbook III*, U.S. Department of Energy, 1983.
- Jorio A., *Sistema di riscaldamento nelle antiche terme pompeiane*, Napoli 1978-79.
- K**
- Karakatsanis C., Bamadori M., Vickery B., *Evaluation of Pressure Coefficients and Estimation of Air Flow Rates in Buildings Employing Wind Towers*, Solar Energy, Vol 37, n° 5, pp 363 -374, 1986.
- Khattar M., *Air Conditioner Fan Speed Controler for Comfort and Dehumidification*, Florida Solar Energy Center, FS-31-85., 1985
- Kishore V.V.N., *Assessment of Natural Cooling Potential for buildings in Different Climatic Conditions.*, Building and Environment, Vol 23, n°3, pp 215-223, 1986.
- Knowles, R.L., *Energy and Form: An Ecological Approach to Urban Growth*, MIT Press, Cambridge, 1979; ed. it. *Energia e forma. Un Approccio ecologico allo sviluppo urbano*, Muzzio Editore, Padova 1981
- Kohler J., Lewis D., *Glass and Mass*, Solar Age, 1982.
- Konya Allan, *Design Primer for Hot Climates* (drawings by Charles Swanepoel), The Architectural Press Ltd, London, 1980
- Krafft A., *Architecture contemporaine*, Presses polytechniques et
- Kultermann U., *Architecture Nouvelle en Afrique*, Editions Albert Morancé, Paris, 1963.
- L**
- La Biennale di Venezia (ed.), *Quinta mostra internazionale di architettura*, Electa, 1991.
- Labs K., *Building Underground: A Tempered Climate, Earth as Insulation, and the Surface*, Undersurface, Intersurface, Energy efficient buildings. Mc Graw HW, 1980.
- Labs K., *The Underground Advantage: Climate of Soils Passive solar Subdivision, Window and Underground.*, Minneapolis, MN, MASEC.
- MASEC.
- Lambeth J., *Solar Designing*, Miami Dog Press, 1979
- Langdon W.K., *Movable Insulation*, Rodale Press Emmaus, 1980.
- Lavigne P., Fernandez P., Bréjon P.I, *Architecture climatique; une contribution au développement durable*, tome 1, Bases et approche physique, 1992.
- Lazzarin R., *Sistemi solari attivi. Manuale di calcolo*, Muzzio Editore, Padova, 1981
- Le Corbusier et la Méditerranée*, ouvrage réalisé à l'occasion de l'exposition "Le Corbusier et la Méditerranée" à Marseille, centre de la Vieille Charité, Editions Parenthèses, Musées de Marseille, 1987
- Le Corbusier, *Oeuvre complète*, vol. 2, 1929-1933, publiée par Willy Boesiger, Ed. d'Architecture, Zurich 1964
- Le Corbusier, *Oeuvre complète*, vol. 6, 1952-1957, publiée par Willy Boesiger, Ed. d'Architecture, Zurich, 1967
- Lebens R. M., *Passive Solar Heating Design*, Applied Sciences Publ., London, 1980
- Lechner N., *Heating, cooling, lighting*, Ed. Wiley Interscience, 1991.
- Ledermann, A. Trachsel, A. *Playgrounds and Recreation Spaces*. The Arch. Press, London, U.K., 1959.
- Lejembre Laurence (EMSMP), Metz prof. (Université Strasbourg) et Dard MM., Bertolo et Millet (CSTB), *Le confort d'été, dossier établi à partir des interventions*, CSTB Magazine n° 6, juillet-août 1987
- Leonardi C., *L'architettura degli alberi*, Ed. Mazzotta, 1983.
- Lewis J.O. - Cofaigh - Olley "The climatic dwelling: an introduction to climate-responsive residential architectural" ,James and James 1997.
- Lewis J.O. - Goulding J. "Energy consciuos design: a primer for architects", James and James 1992.
- Lewis J.O. - Goulding J. "European directory of sustainable and energy efficient building 1995: components" James and James 1995.
- Lewis J.O. - Fitzgerald E. "European Solar Architecture: meeting Barcellona 1995" European

- Commission, 1996
- Lewis J.O.- Mc Nicholl A. "Daylighting in building" James and James, 1994.
- Lewis J.O. - Mc Nicholl A. "Green design - Sustainable building for Ireland", James and James 1996.
- Lippsmeier G., Tropenbau Building in the Tropic, Georg D.W. Callwey Verlag, Munchen 1980
- Los S., *Regionalismo dell'architettura*, Padova, Ed. Muzzio, 1990.
- Lopez D'asian J., *Comfort in Urban Spaces of Southern Europe*, Proceedings of the 2nd European Conference on Architecture, Paris, 1989.
- Lopez De Asiain, J. et al. *Bioclimatic Design and Urban Landscaping*. Plea and Cres. Athens, Greece, 1993.
- Lopez De Asiain, J. et al. *Climatic Control for the Open Space of the 1992 World Fair*. National Passive Solar Conference, Cambridge, Massachusetts, U.S.A., pages 510-512, 1988.
- Lopez De Asiain, J. *Users response to the open spaces of Expo'92*.
- Los S., Pulitzer N., *L'Architettura del regionalismo. Guida alla progettazione bioclimatica nel Trentino*, Provincia Autonoma di Trento, Trento, 1985
- Los, S., Pulitzer N., *L'architettura della evoluzione*, Parma Editore, Bologna, 1977
- Loubes J-P., *Architecture de terre et urbanisme souterrain en Chine*, Batiment-Energie, n° 45, juillet-octobre, 1986.
- Lucan "Francia: architettura 1965-1988" Electa, Milano 1989 Luxembourg 1991.
- Lungaard B. A., Lundgaard B., Rotne G., Soerensen P, Boegehusene, *Project Monitor n° 4*, Commission of the European Communities, Juin 1987.
- M**
- M. Champenois "La Bibliothèque de France" L'Architecture d'Aujourd'hui n.265, Ottobre 1989
- M. Di Fidio, "Architettura del Paesaggio" Pirola, Milano 1990.
- Maldonado T. "Designing for summer comfort", 1994.
- Markus T.A., Morris E.N., *Buildings, Climate and Energy*, London 1980.
- Marston Fitch J., *La progettazione ambientale*, Padova, F. Muzzio
- Marston Fitch J., *La progettazione ambientale. Analisi interdisciplinare del sistemi di controllo dell'ambiente*, Muzzio Editore, Padova 1980
- Mastropietro M., *Colombo '92*, ed Lybra, Milano 1992
- Matteoli L., *Azione Ambiente*, Torino 1977.
- Matus V., *Design for northern climates. Cold-climate planning and environmental design*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1988
- Mazria E., *The Passive Solar Energy Book*, Rodale Press, Emmaus, 1979, ed.it., Sistemi Solari Passivi, Muzzio Editore, Padova, 1980
- Mazria E., *Sistemi solari passivi*, F.Muzzio, Padova 1990.
- McCullagh J. C., *The Solar Greenhouse Book*, Rodale Press, Emmaus, 1978; ed. it. Il Libro delle Serre Solari, Muzzio Editore, Padova, 1979
- McCullagh, J.C., *Il libro delle serre solari*, F.Muzzio, Padova 1987.
- McPherson, E. G. *Planting Design for Solar Control*. In E. G. McPherson (Ed.). *Energy-Conserving Site Design*. American Society of Landscape Architects. Washington, DC., U.S.A., 1984.
- Metz E., *Superhouse*, Garden Way Publishing, 1984.
- Millet J-R. (CSTB), Hutter E. (CSTB), Ducrottoy H. (GDF), *Amélioration du confort en été dans les locaux tertiaires par des systèmes à évaporation d'eau*, Revue Générale de Thermique Française n°337, 1990
- Minne A., *Energy Design Principles in Buildings*, Design Information Booklet n° 1, International Energy Agency, Paris, 1988
- Moffat A., Schiller M., *Landscape Design Hot Save Energy*, William Norrow Company, New York, 1981.
- Montgomery D.A., *Landscaping, as a Passive Solar Strategy*, Passive Solar Journal 4(1), 79, 1987.
- Mulligan H., Ph D Thesis, University of Cambridge, 1986.
- N**
- N. Rostvik., *The Sunshine Revolution*, Stavanger 1992.
- Niles Ph., Haggard K., *Passive Solar Handbook*.

- California Energy Commission, 1980
 Norwegian Building Research Institute, report nr.A 552.455; 1991.
- O**
- Olgyay A., Olgyay V., *Solar Control and Shading Devices*, Princeton University Press, 1957
 Olgyay V., *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Princeton University Press, 1962; ed. it. *Progettare con il clima*, Muzzio Editore Padova, 1981
 Olgyay, V., *Progettare con il clima. Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, F. Muzzio, Padova 1981.
 Olivencia Manuel, *Proyectos y obras*, ed. Società statale per l'Esposizione Universale di Siviglia 92, Siviglia, 1989.
 Olmo Carlo, *Gabetti e Isola Architetture*, Umberto Allemandi &C, Torino 1993.
 Opici Maria Angela., *Facciate Continue, una monografia*, Tecnomedia S.r.l., Milano, 1990.
 Orton Andrew., *The way we build now*, E & FN SPON, Hong Kong, 1991.
- P**
- P.Odone "Il Verde Urbano", NIS Roma 1992.
 Padiglione del Belgio (ed.), *Expo 92 Sevilla*, Pabellon de Belgica, Siviglia, 1992.
 Papadakis Andreas., *L'Architecture au jour d'hui*, ed. Pierre Terrail, Parigi, 1991.
 Parker, D. S. Parker, J. H. *Energy Conservation Landscaping as a Passive Solar System*. ASES Conference, Kansas City, Missouri, U.S.A., pages 471-474, volume 4, 1979.
 Pascuzzi, G., *Energia solare e property rights*. La tutela giuridica dell'accesso al sole, Maggioli, Rimini 1990.
 Peitz S., *Bioarchitettura: un'ipotesi di bioedilizia*, Rimini, Maggioli, 1993.
 Pittinger A.L., White W.R., Yellot J.C., *The Energy Roof, a New Approach to Solar Heating and Cooling*. Proceedings of the 2nd National Passive Solar Conf. ASES, 1978.
 PLEA., *Passive and Low Energy Architecture*, Process Architecture Publishing Co, Tokyo 1991.
- Powell Kenneth., *World Cities London*, Adademy, London 1993.
 Pressmann, Norman, *Quality for Public Urban Space and Pedestrian Movement*. PLEA 91. Seville, Spain, 1991.
 Prestel, Monaco - New York, 1996.
- R**
- R. Roda "Jean Nouvel protagonista della nuova architettura francese", Modulo n. 169, Marzo 1991
 Ratto C., *La pianificazione eco-energetica del territorio. Metodologia applicata a due progetti Val Fontanabuona e Val d'Enza*, Muzzio Editore, Padova 1986
 Ravereau A., *Le M'zab, une leçon d'architecture*, photographies Manuelle Roche, préface Hassan Fathi, Ed. Simbad, 1981
 Reynolds J., *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*. John Wiley and Sons, 1987
 Rice Peter, Dutton Hugh., *Il vetro strutturale*, Mame Imprimeurs, Tours (Francia) 1991.
 Risvi S., Talib K., *Landscape as Energy and Environment Conservation in the Arid Regions*. Proceedings of the Saudi Arabian. International Conference on Passive and Hybrid Cooling, Miami Beach, 1981.
 Robinette G., *Landscape Planning for Energy Conservation*, VA, Environmental Design Press, Reston, 1977.
 Roda R., Marchigiani S., *Edilizia residenziale a basso consumo energetico*.
 Ronner H., Kahn L., *Complete work 1935-1974*, Sharad Jhaveri Ed. Birkhauser, Basel, 1987.
 Roulet C.A., *Energétique du bâtiment; prestations du bilan énergétique global*, Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1987.
- S**
- Sala M., a cura di, *Tecnologie bioclimatiche in Europa*, Firenze, Alinea,
 Sala M., Ceccherini Nelli L., *Tecnologie solari*, Alinea Editrice, Firenze, 1993.
 Sala, M.- Ceccherini Nelli, L., *Tecnologia e architettura*

- bioclimatica all'Expo'92 di Siviglia*, Bollettino informativo del Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura, Napoli 1993.
- Sala, M., *Architettura bioclimatica in Toscana*, P:An.1Alinea, Firenze 1993.
- Santamouris M., *Construction and Operation of a Hybrid Low Energy Green House*, Report To the EEC, DG/XVII, 12186 Demonstration Project, 1989.
- Santamouris M., *Passive and Hybrid Cooling in Greece.*, *Proceedings of the B 2000 Meeting*, Barcelona, 1988.
- Santamouris M., Yianoulis P., Rigopoulos R., Argiriou A., Kesaridis S., *Use of Heat Surplus from a Greenhouse for Soil Heating*, Proceedings of the Conference. ENERGEX 82, Canada, 1982
- Santamouris, M., Vallindras, M., Gaglia, A., Dascalaki, E., and Sigalas, J., *Energy Conservation in Public and Commercial Buildings*. Final Report, Ministry of Industry, Research, Technology and Commerce, (1992).
- Sattler, S. A., Sharples, S. *The Use of Shading Trees for the Improvement of Thermal Comfort in Buildings in Summer*. Conference of Advances in Solar Energy, Hamburg, pages 3260-3264, volume 4, 1987.
- Scheichenbauer M., Reina C., *Bilancio energetico dell'abitazione*, ITEC, Milano, 1982
- Schiller G., *Earth Tubes for Passive Cooling*, Master Thesis, University of California, Berkeley, USA, June 1982.
- Schiller, Silvia. Evans, John Martin. *Design of the Outdoor Spaces. Socio-Political Tendencies and Bioclimatic Consequences*. PLEA 91. Seville, Spain, 1991.
- Schofield M., *Architectures et nature, 18 exemples internationaux*, collection Architecture et Décoration, Editions du Moniteur, Paris 1980
- Schreck H., Hillman G., Nagel J., Design Context, *Design Information Booklet no. 2*, International Energy Agency, Paris, 1989.
- Schwagenscheidt, Waite. Muller-Wellborn, Veriag H. *Ein Mensch Wandert Durch die Stadt*. Berlin, Germany, 1957.
- Seminario De Arquitectura Bioclimatica. *Estudio Bioclimático de los Espacios Abiertos Expo'92*. Cuaderno n°S. Ed. Sociedad Estatal Expo'92. Seville, Spain, 1989.
- Serra, Rafael et al. *Summer Comfort in Urban Environment*. PLEA 91. Seville, Spain, 1991.
- Shaviv E., *On the Optimum Design of Shading: Devices for Windows*, Plea Conference, Porto 1988.
- Shurcliff W. A., *Thermal Shutters and Shades, Brick House*, Publish., Andover, Mass., 1980
- Silvestrini V., *Active and Passive Architecture, Processes of Permanent School on Solar Energy*, Sogesta, Urbino, Italy.
- Simos Vannas, *Solar energy and housing design*, E. G. Bond, Londra, 1994.
- Sodha M.S., Kumar A., Singh A., Tiwari G.N., *Reduction of Heat Flux by a Flowing Water Layer over an Insulated Roof.*, Building Environment 15, 133, 1980.
- Solar handbook, Ed. Batsford, 1993.
- Soleu L., Contandriopoulos Y., Simeray C., *Project Monitor n° 20*, Commission of the European Communities, avril 1988.
- Spadolini, P. Associati., *Architettura 1953-1993*, L'Arcaedizioni, 1993.
- Steadman P., *Energia e ambiente costruito*, Mazzotta Editore, Milano, 1978
- Stein R. G., *Architecture and Energy., Conserving Energy through Rational Design*, Garden City, New York, 1977
- Stirling, R.J. Carmody R.J., Elnicky G., *Earth Sheltered Community Design, Energy Efficient Residential Development.*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1981.
- Sudjic Deyan., Norman Foster, Richard Rogers, James Stirling., *New Directions in British Architecture.*, Thames and Hudson, London, 1986.
- Szokolay S. V., *World Solar Architecture*, Van Nostrand Reinhold, New York 1980
- Szokolay S.V., *Solar energy and Building, The Architectural Press*, London, 1975
- Taha H., Akbari H., Rosenfeld A., Huang J., *Residential Cooling Loads and the Urban Heat Island: the Effect of Albedo*, LBL Report

24008,1988.

Taha H., Akbari H., Rosenfeld A., *Vegetation Canopy Microclimate: a Field Project in Davis*. California , LBL report 24593, 1988.

The ECD Partnership. *Solar Architecture in Europe*. Prism Press for CEC DG XVH. '91

Tombazis A., Argiriou A., Santamouris M., *Performance Evolution of Passive and Hybrid Cooling for a Hotel Complex*, International journal of . Solar Energy, in Press, 1990.

Tombazis, A., A., Boese, F., and Loftness, V. Lykovrisi, a *Solar Village near Athens*, 2nd Int.PLEA Conf., Crete (ed. S.Yannas), Pergamon Press , 1983.

V

Vale, B.-Vale, R., *La casa autonoma*, F. Muzzio, Padova 1984.

Van Dresser P., *Case solari locali*, Muzzio Editore, Padova, 1979

Velazquez Ramon, Alvarez Servando , Guerra Josè, Dipartimento di ingegneria Energetica e Meccanica dei Fluidi, Università di Siviglia., *Climatic control of outdoor spaces*, in Expo 92, ed. Expo 92, Siviglia, 1991.

Venezia F., *La torre d'ombre o l'architettura delle apparenze reali*, Arsenale, Napoli 1978

Verlagasanstalt Alexander, Heidi e Hantmut Niederwohrmeier Koch G.m.b.h., *Neve Glaspasagen*, Leinfeliden-Echterdingen,1986 .

Vivoli F, Spagnolo M. *L'integrazione dei sistemi fotovoltaici nell'edilizia e nelle infrastrutture urbane*, ENEA 1999

W

W. Lesnikowski "The New French Architecture" Rizzoli, New York 1990

Warsi Z., Chand I, *Study of Wakees Created by Building Blocks*, Indian journal of Technology, Vol 6, n 1, pp 23-25, 1968.

Watson D., *Energy Conservation Through Building Design.*, Mc.Graw Hill, 1979.

Watson, *The energy design handbook*, Ed. AIA Press, 1993.

Wett J., *Evaporative Cooling*. A Nationwide Low

Energy Alternance., *Passive Solar Journal*, 1987.

Wright D., *Abitare con il sole: abc della climatizzazione naturale*, Muzzio Editore, Padova, 1981

Wright D., "Natural Solar Architecture: a passive primer", Van Nostrand Reinhold, New York 1978.

Wright D., *Natural Solar Cooling*, Northern California Solar Energy Association, 1980.

Wright, D., *Abitare con il sole*, F.Muzzio, Padova 1981.

Y

Y. Boileau "Energy-Efficient Building: France" Energy Efficient Buildings 1993, James & James Dublino
Yannas, S. *Solar energy and housing design*, Architectural Association, 1994.

Z

Zoppi M. et al., *Progettare con il verde* (vol. 1, 1988; vol. 2, 1989; vol. 3, 1990;

Bibliografia riviste

ACER 2/1994 marzo/aprile.

Folia di acre supplemento 2/1989 marzo/aprile.

- CASABELLA:

- *Centro Sportivo Pfaffenholz, S. Louis*, Haut-Rhin, Basilea (CH), 1993, T.

Herzog & Meuron, n°633, 1996, pp. 2-10.

DETAIL:

- *Uffici Amministrativi a Nottingham* (GB), arch.

Michael Hopkins & Partners,
n° 4, 1995, pp. 658-665.

- *Bank Headquarters in Lussemburgo*, arch. Wilhelm Kucker, n° 4, 1995, pp. 652-657.

- *Stazione a Lille* (F), arch. Jean Marie Duthilleul, Etienne Tricaud, n° 4, 1995, pp. 667-671.

- *Casa a Delft*, arch. A. J. Van Seyen, Jan Pesman, n° 3, 1995.

- *Uffici amministrativi a Langenthal* (CH), arch. Frank Geiser, n° 2, 1996, pp. 184-186.

- *Scuola Vocazionale a Karlsruhe* (D), arch. Mahler Gump Schuster, n° 4, 1995, pp. 638-641.

- *Ampliamento dell'Accademia Statale delle Arti a Stoccarda*, arch. Mahler Gump Schuster, n° 2, 1996, pp. 196-200.

PROCESS ARCHITECTURE Passive and Low Energy Architecture, n°. 98, 1991:

- *Earth Integrated Educational Centre.*, Negev Highland, ISRAELE, Arie Rahamimoff

- *CIGNA Healthplan of Arizona Phoenix*, Arizona, U.S.A., Orcutt, Winslow

- *Nago City Hall Nago* - Shi, Okinawa, GIAPPONE 1981, Team Zoo, Atelier Mobile

- *Casa a KoKuba Kokuba*, Naha-Shi, Okinawa, GIAPPONE 1986, Shunsuke Fukushima

- *Self-sufficient Tropical Rural Hospital Gaviotas*, Columbia, USA, Esperanza Caro

- *Jitta Okayama Nodaya-cho*, Okayama, GIAPPONE, 1982, Architects, Osamu Ishii, Biken A.D.O.

- *Casa Ball- Eastaway*, Sydney, Australia, 1983, G. Murcutt

- *Miyasaka community Hall*, Miyasaka- Setagaya-Ku, Tokyo, GIAPPONE, 1990,

N. Masamitsu Architects & Associates

- *Sede del Credito Industriale Sardo*, Cagliari, ITALIA, 1993, Renzo Piano

- *UNESCO Workshop*, Genova, ITALIA, 1989-1991, Renzo Piano

- *Centro Sportivo Pfaffenholz, St. Louis*, Haut-Rhin, Basilea, SVIZZERA, 1993,

T. Herzog & Meuron

- *Centro Naturalistico New Canaan*, Cholargos, Athens, GRECIA, Donald Watson

- *Solar Daycare Center and Nursery*, Cholargos, Athens, GRECIA, A. Tombazis

- *Liceo Polivalente, Frèjus*, FRANCIA, 1991 -1993, Norman Foster & Partners

- *Sede Ufficio Imposte* Inland Revenue, Nottingham, GRAN BRETAGNA, 1992 -

- *Edificio per Uffici, Atene*, GRECIA, 1991 - 1995, Alexandros N. Tombazis & Associates

- *Les Tournesols (I Girasole)*, Lisle d'Abeau, FRANCIA, Jean Willerbal

- *Casa "XANADU"*, Boynup, AUSTRALIA, Robert Lawrence

- *Centro sociale giovanile (JUFO)*, Moglingen, GERMANIA, 1993, Siegfried

Gab, Peter Hubner.

- *Centro per esposizioni e congressi, Linz*, AUSTRIA, 1986 - 1994, Herzog & Partners.

- *RAC Regional Center*, Bristol, GB, 1993, Nicholas Grimshaw & Partners

- *Museo di Arte e Cultura Indiana*, Santa Fe, New Mexico, USA, 1987, Mazria Associates

- *Noble Residence*, New Canaan, Connecticut, USA, Donald Watson

TECHNIQUE E ARCHITECT:

- *Liceo "Jean Monnet"* a Montpellier (F), arch. Françoise Fontès, n° 396, 1991, pp. 48-49.

- *Alloggi per studenti "Le Drakkar"* a Ecully, Lione

(F), arch. Jourda e Perraudin, n° 410, 1993, pp.88-89.
 - *Scuola elementare e materna a Nimes* (F), arch. Jerome Brunet e Eric Saunier, n° 399, 1991, pp.32-35
 - *Liceo Polivalente di Bondoufle a Evry* (F), arch. Anspach, Crespel, Humbaire, Ropa, n° 396, 1991, pp. 92-99.

SEC, Serramenti e componenti:

- *Dossier Schermature Solari*, n°. 6, 1995, pp. 4046.
 - *Le nuove facciate fotovoltaiche*, Antonio Briganti, n. 3, 1995, pp. 64-66

Bibliografia di Riferimento per il programma HELIOS

Szokolay, S.V. Environmental Science Handbook for Architects and Builders, Pitman Press, Bath, 1980.

INDICE DELLE DITTE PRESENTI NELLE SCHEDE

- Colt
 - Glaverbel
 - Griesser
 - Hunter Douglas - Italia S.p.A
 - Huppe Form GmbH
 - Italjolly
 - Louverdrape
 - Merlo
 - Model System Italia
 - Naco
 - Papini
 - Siamesi
 - S.P.S.
 - Tecnosolar

INDICE DEGLI ARCHITETTI PRESENTI NELLE SCHEDE

- Atelier Mobile
 - Biken
 - Bruder W.
 - Burnette W.
 - Caro Esperanza
 - DWL Architects
 - Foster Norman
 - Fukushima Shunsuke
 - Gab Siegfried
 - Glegg Feilden
 - Grimshaw Nicholas
 - Herzog Thomas
 - Hopkins Micheal
 - Hubner Peter
 - Ishii Osamu
 - Jourda & Perraudin
 - Kalian & Hagmann
 - Kentala Janne
 - Lawrence Robert
 - Mazria Associates
 - Meuron
 - Murcutt Glen
 - N. Masamitsu Architects & Associates
 - Orcutt
 - Piano Renzo
 - Preuss S.A.
 - Rahamimoff Arie
 - RH Partnership
 - Team Zoo
 - Tombazis A. N.
 - Visconti Marco
 - Watson Donald
 - Winslow
 - Willerbal Jean

GLOSSARIO

Accumulo termico

In bioclimatica l'effetto di accumulo di calore, ad esempio relativo alla capacità di un materiale.

Calore

Forma di energia legata al movimento disordinato delle molecole. Si distingue in calore a bassa temperatura inferiore a 100°C (energia poco pregiata) utilizzabile per il riscaldamento, e in calore ad alta temperatura sopra i 100°C (energia più pregiata), utilizzabile in una macchina a vapore e quindi in grado di fornire energia meccanica.

Capacità di carico

Capacità di un ecosistema di sopportare gli organismi che lo popolano senza decadere dalla condizione di equilibrio

Coefficiente di schermatura

Indice dell'effettiva protezione dal sole dovuta ad un materiale o a un dato sistema utilizzato;

Collettore a concentrazione

Collettore con riflettore (parabolico o altro) che concentra la radiazione su una piccola superficie permettendo all'accumulatore termico di raggiungere temperature più elevate

Collettore piano

Componente formato da una lastra di materiale adatto, usualmente di colore nero opaco sul lato rivolto al sole, che assorbe la radiazione solare e la converte in calore che, trasmesso ad un fluido circolante viene portato nel punto di utilizzo o all'accumulatore termico.

Conduzione

Processo mediante il quale l'energia termica viene trasmessa attraverso le sostanze per eccitazione molecolare di molecole adiacenti

Convezione

Trasmissione di calore tra un mezzo fluido ed una super-

ficie, oppure trasmissione di calore in un fluido attraverso il fluido stesso

Copertura roof pond

Copertura caratterizzata da un sistema di regolazione della temperatura interna tramite massa termica con isolamento mobile

Diffusività termica

Differente caratteristica di immagazzinare calore dei materiali

Dispersione termica

Diminuzione della quantità di calore contenuta in uno spazio a causa del flusso di calore attraverso le superfici che lo delimitano.

Cogenerazione

Produzione combinata di energia elettrica e calore, con utilizzo di entrambi (ad es. in una centrale termoelettrica il calore prodotto può essere utilizzato a scopi industriali o di riscaldamento).

Collettore a concentrazione

Collettore con riflettore (parabolico o altro) che concentra la radiazione su una piccola superficie permettendo all'accumulatore termico di raggiungere temperature più elevate.

Collettore piano

Lastra che assorbe la radiazione solare e la converte in calore che, trasmesso ad un fluido circolante, viene portato nel punto di utilizzo o all'accumulatore termico.

Dispersione termica

Diminuzione della quantità di calore contenuta in un ambiente a causa del flusso termico che avviene attraverso le superfici che lo delimitano.

Ecosistema

Concetto elaborato nel 1935 da A.G. Tansley per definire l'insieme degli elementi viventi e non viventi che in uno

stesso ambiente sono legati e tenuti in equilibrio da una serie di complesse relazioni di interdipendenza. Ne sono concetti derivati quelli di: ecosistema naturale (dove la presenza umana non predomina rispetto a quella delle altre specie e non ha causato mutamenti), ecosistema modificato (in cui si rileva la presenza di interventi umani che non hanno stravolto l'equilibrio), ecosistema coltivato e ecosistema costruito (ecosistemi fortemente caratterizzati dalla presenza umana tramite il fattore predominante della coltivazione o la presenza di strade, ponti, dighe, edifici, ecc...), ecosistema degradato (sistema decaduto dalla condizione di equilibrio ecologico).

Ecosistema

Unità naturali caratterizzate da un insieme di esseri viventi e di elementi che determinano le loro condizioni di vita. L'ecosistema è attraversato da un flusso energetico che ne determina il funzionamento.

Effetto di inerzia

In bioclimatica, andamento lineare del flusso d'aria interno ad un ambiente, conseguente all'uguaglianza della pressioni esterne dovute alla presenza di aperture di entrata e di uscita in opposizione.

Effetto serra

Fenomeno di assorbimento selettivo dei raggi solari da parte dell'atmosfera o di altri oggetti. Questo fenomeno di "intrappolamento" del calore è determinato dalla tendenza di alcuni materiali (come il vetro) a trasmettere la radiazione di lunghezza d'onda, inferiore a 2,5 micron circa e a bloccare la radiazione di lunghezza d'onda maggiore.

Emissività solare

Capacità di un materiale di riemettere la radiazione assorbita, sotto forma di radiazione termica, determinando una temperatura più bassa all'interno dell'edificio.

Energia all'utilizzatore

Energia disponibile all'utilizzatore (energia elettrica che arriva all'industria o alle abitazioni, benzina disponibile ai distributori, ecc.).

Energia

Comunemente definita come la capacità di produrre lavoro. Uno stesso quantitativo di energia trasformandosi, può produrre più o meno lavoro: si parla di energia pregiata (l'elettricità, la meccanica, ecc.) e di energia poco pregiata (energia termica a bassa temperatura).

Energia primaria

Energia originaria, prima di ogni trasformazione; per es; l'energia contenuta nei combustibili fossili, prima delle successive trasformazioni energetiche.

Energia utile

L'energia che veramente si utilizza e non va persa in calore nell'ambiente esterno. Per es. l'energia contenuta nella benzina della automobile, viene utilizzata per la trazione del veicolo, solo in piccola parte (30%), il resto va dispersa in calore; l'energia elettrica che arriva in casa, non viene utilizzata completamente, ecc. Oggi l'energia utile è in un Paese industrializzato mediamente solo il 30% della primaria; il 70% viene perso.

Entropia

Da en (dentro) e tropé (rivolgimento). Grandezza fisica che misura il grado di disordine di una struttura organizzata. Tendenza alla disgregazione e al caos definita dalle leggi della termodinamica.

Inerzia termica

Variazione di temperatura propagata attraverso i materiali.

Inquinamento indoor

(oppure IAQ: indoor air quality) Termine convenzionale che indica il tasso di inquinamento interno dell'aria e definisce le fonti inquinanti interne agli edifici.

Insolazione

Quantità di radiazione solare diretta, diffusa e riflessa su una superficie esposta.

Ipotesi Gaia

Secondo la teoria Gaia, la biosfera è "un'entità autoregolata che determina le condizioni materiali ne-

cessarie alla propria sopravvivenza” e viene dunque considerata un organismo vivente collettivo formato da innumerevoli forme di vita.

Irraggiamento

Il termine applicato in bioclimatica indica (in Kw/mq) la radiazione solare istantanea incidente sull'unità di superficie.

Isolamento termico

Effetto che impedisce la dispersione o il guadagno termico, ottenuto con l'utilizzo di materiali o sistemi.

Lenti di Fresnel

Speciali tipi di lenti, concentriche o lineari, in grado di concentrare la luce.

Muro d'acqua

In bioclimatica, muro composto da contenitori d'acqua, che costituiscono un sistema combinato di collettore solare e accumulo termico.

Muro Trombe

Sistema di captazione solare costituito da una superficie vetrata davanti ad un muro di accumulo munito di bocchette di aerazione.

Parete ventilata

In bioclimatica, parete costituita da un paramento esterno che forma un'intercapedine aperta in alto e in basso.

Pozzo solare

In bioclimatica, sistema che permette la captazione in copertura della radiazione e la sua trasmissione verso il basso attraverso un sistema di superfici riflettenti.

Radiazione solare diffusa

Componente della radiazione solare determinata dalla riflessione e dalla dispersione nell'atmosfera.

Radiazione solare diretta

Radiazione solare che colpisce una qualsiasi superficie con un unico e definito angolo di incidenza.

Radiazione solare

Energia elettromagnetica (in Kw/mq.) emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole. Quasi tutta la radiazione solare incidente ha lunghezza d'onda inferiore a 4,0 micron ed è spesso chiamata “radiazione a onde corte”.

Rendimento

È un indice dell'efficacia di un convertitore e corrisponde al rapporto tra l'energia utile fornita dal convertitore e l'energia consumata dallo stesso. Per es. in una centrale termoelettrica è il rapporto tra l'energia elettrica e l'energia del combustibile e si aggira sul 35%.

Roof Pond

Copertura che mediante un sistema di massa termica con isolamento, mobile, regola la temperatura interna.

SBS

Termine convenzionale (da sick building syndrome) che indica la “sindrome da edificio malato”, cioè un complesso di condizioni che testimoniano dell'insalubrità di un edificio.

Serra

In bioclimatica, ambiente realizzato generalmente con materiale trasparente, funzionante come collettore termico.

Superconduttività

Caratteristica di certi materiali che conducono l'elettricità senza perdita di energia. Questa caratteristica era conosciuta per molti metalli in prossimità dello zero assoluto (-273°C). Sono stati poi realizzati in laboratorio dei materiali ceramici contenenti terre rare che presentano la caratteristica della superconduttività a circa -40°C.

Teleriscaldamento

Riscaldamento centralizzato di un insediamento urbano che viene realizzato tramite tubazioni sotterranee (come quelle per il gas).

Trasmittanza termica

Quantità di calore (K) che passa in un'ora attraverso un

metro quadro di superficie, quando la differenza tra la temperatura interna e esterna é di un grado centigrado.

VIA

Valutazione di impatto ambientale: strumento per la valutazione degli effetti possibili sull'ambiente di determinati prodotti, processi e sistemi.

Via energetica dolce ("soft") o via alternativa o via del sole

Utilizzo di fonti rinnovabili, sole diretto e indiretto (acqua, vento, biomassa), in forma prevalentemente decentralizzata.

Via energetica dura ("hard")

Utilizzo di fonti non rinnovabili (fossili e nucleare) e forte centralizzazione.

Glossario helios

Altitude:

Part of a celestial body's position specified in the horizon coordinate system. The altitude (a) of a body is the angle subtended at an observer's location by the point on the horizon directly above or below the body and the body.

Analemma:

The figure-8 path followed by a shadow on the ground observed every day at 12:00 mean time for one year.

Angular Diameter:

See Diameter, Angular.

Annulus:

The ring-shaped portion of the sun's disk visible during the middle of an annular solar eclipse.

Aphelion:

The point in a planet's orbit most distant from the sun.

Apogee:

The point in the moon's orbit most distant from the earth.

Apparent Time:

The time measured by the sun in its apparent orbit around the earth.

Apsides:

The points in a body's orbit in which the distance of the body from its center of attraction is at a maximum or minimum. The singular of "apsides" is "apsis".

Apsis:

See Apsides.

Astronomical Unit (AU):

A unit of distance equal to the average distance between the earth and the sun (149,598,770 kilometers).

AU:

See Astronomical Unit.

Azimuth:

Part of a celestial body's position specified in the horizon coordinate system. The azimuth (A) of a body is the angle subtended at an observer's location by the point on the horizon due north of the observer and the point on the horizon directly above or below the body.

Calendar, Horizon:

A drawing of the eastern horizon, with the position of the sun at sunrise marked for various dates, used to ascertain the current date.

Celestial Equator:

Consider the plane containing the earth's equator. The celestial equator is the intersection of this plane with the celestial sphere.

Celestial Axis:

The axis about which the celestial sphere appears to rotate once every sidereal day.

Celestial Sphere:

An imaginary sphere containing the stars, moon, and planets. Also the basis for the equatorial coordinate system.

Conjunction:

Two bodies are in conjunction if they have the same right ascension. When an inner planet is at conjunction with the sun, the conjunction will be inferior if the planet is in front of the sun, and superior if the planet is behind the sun.

Coordinate System, Ecliptic

A coordinate system based on the ecliptic, which specifies a celestial body's position in terms of two angles, ecliptic longitude (λ) and ecliptic latitude (β).

Coordinate System, Equatorial:

A coordinate system based on the celestial sphere which specifies a celestial body's position in terms of two angles, right ascension (α) and declination (δ).

Coordinate System, Horizon:

A coordinate system which specifies a celestial body's position in terms of two angles, azimuth (A) and altitude (a). This is the coordinate system used to locate the Sun in HELIOS.

Declination:

Part of a celestial body's position specified in equatorial coordinates. Declination (δ) is analogous to latitude on a globe of the earth. Declination is usually specified in degrees, from -90° to 90° .

Diameter, Angular:

The angle subtended at an observer's location by two points on opposite sides of a body's disk.

Direct Motion:

A west-to-east movement of a planet with respect to the stars.

Disk:

The circular portion of a moon or planet facing an observer.

Ecliptic:

The plane containing the earth in its annual orbit around the sun. Also the basis for the ecliptic coordinate system.

Ecliptic Coordinate System:

See Coordinate System, Ecliptic.

Ecliptic Latitude:

Part of a celestial body's position specified with ecliptic coordinates.

A body's ecliptic latitude (β) is the angle subtended at the sun by the point on the ecliptic directly above or below the body and the body.

Ecliptic Longitude:

Part of a celestial body's position specified with ecliptic coordinates. A body's ecliptic longitude (λ) is the angle subtended at the sun by the first point of Aries and the point on the ecliptic directly above or below the body.

Ecliptic, Obliquity of:

The tilt of the earth's axis with respect to the ecliptic. The obliquity of the ecliptic is about $23^\circ 27'$.

Elongation:

The elongation of a body is the angle subtended at the center of the earth by the body and the center of the sun.

Ephemeris Time (ET):

A uniform time system based on the motion of the moon. Ephemeris Time is usually abbreviated as ET.

Equation of Time:

The difference between mean time and apparent time.

Equatorial Coordinate System:

See Coordinate System, Equatorial.

Equinox:

An equinox occurs when the sun appears to cross the celestial equator.

ET:

See Ephemeris Time.

First Point of Aries:

The point on the celestial equator where the sun will appear at the instant of the March equinox. The First

Point of Aries is a reference point for the equatorial and ecliptic coordinate systems.

Galilean Moons:

Jupiter's four brightest moons, discovered by Galileo in 1610. These moons are named Io, Europa, Ganymede, and Callisto. The Galilean moons can be viewed with a good pair of binoculars or a low-power telescope.

Horizon Calendar:

See Calendar, Horizon.

Horizon Coordinate System:

See Coordinate System, Horizon.

Hour:

A unit of angular measure equal to 15° .

Inclination:

The angle between a planet's orbital plane and the ecliptic.

Illuminated Fraction:

The fraction of a body's disk illuminated by the sun.

Inner Planets:

Mercury and Venus, whose orbits are closer to the sun than the earth's.

Julian Date:

The number of days between Greenwich mean noon 4713 B.C. and a given date and time.

Local Apparent Noon:

The instant that the sun crosses a location's meridian.

Magnitude, Visual:

The brightness of a celestial body.

Astronomers use a special logarithmic magnitude scale to express the brightness of a celestial body. The brighter an object is, the smaller its magnitude. The brightest star will have a magnitude of about 1 and a star that is barely visible to the naked eye will have a magnitude of about 6.

Mean Sun:

A fictitious sun that appears to move at a uniform rate around the celestial equator at a constant speed which is equal to the average speed of the real sun as it appears to move in the ecliptic.

Mean Time:

The time measured by the mean sun in its apparent orbit around the earth.

Meridian:

A semicircle on the earth starting at the north pole and ending at the south pole. All points on a meridian have the same longitude.

Also an imaginary north-south line in the sky directly above an observer.

Minute:

A unit of angular measure equal to $1 / 60$ of 1° .

Nadir:

The point directly below an observer.

Neap Tides:

See Tides, Neap.

Node:

The points of intersection between a planet's orbital plane and the ecliptic are called the nodes of the planet's orbit.

Obliquity of the Ecliptic:

See Ecliptic, Obliquity of.

Occultation:

The disappearance of a body behind the disk of another body.

Opposition:

Two bodies are in opposition if their right ascensions differ by 12 hours (180°).

Penumbra:

The outer, lighter region of the shadow cast by a body.

Perihelion:

The point in a planet's orbit closest to the sun.

Prime Meridian:

The semicircle on the earth for which the longitude is 0°. The Prime Meridian passes through Greenwich, England.

Radiant:

The location on the celestial sphere where meteors appear to originate during a meteor shower.

Retrograde Motion:

An east-to-west movement of a planet with respect to the stars.

Right Ascension:

Part of a celestial body's position specified in equatorial coordinates. Right ascension (alpha) is analogous to longitude on a globe of the earth. Right ascension is usually specified in hours, from 0 to 24.

Saros:

A period of time approximately equal to 18 years, 11 days, and 8 hours. Given one solar eclipse, another solar eclipse is likely to occur approximately one saros later. The same holds true for lunar eclipses.

Second:

A unit of angular measure equal to 1 / 3600 of 1°.

Sidereal:

Relating to the stars (often relating to a celestial body's position relative to the stars).

Sidereal Day:

The time necessary for the celestial sphere to make a complete rotation about its axis.

Sidereal Time:

A time system based on the sidereal day.

Solstice:

A solstice occurs when the sun's angle with the celestial equator is at a maximum.

Spring Tides:

See Tides, Spring.

Syzygy:

The instant that the moon is full or new.

Tides, Neap:

Ocean tides for which the difference in elevation between high and low tides is especially small. Neap tides happen near the time of first or last quarter moon.

Tides, Spring:

Ocean tides for which the difference in elevation between high and low tides is especially large. Spring tides happen near the time of new or full moon.

Transit:

The apparent journey of an inner planet across the disk of the sun, or of a planet's moon across the planet's disk.

Umbra:

The inner, darker region of the shadow cast by a body.

Universal Time (UT):

The local time zone for Greenwich, England which has a latitude of 0° and lies on the Prime Meridian.

UT:

See Universal Time.

Zenith:

The point directly above an observer normal to the Earth's sphere.

Zenithal Hourly Rate:

The number of meteors seen every hour under ideal conditions. Abbreviated as ZHR.

ZHR:

See Zenithal Hourly Rate