

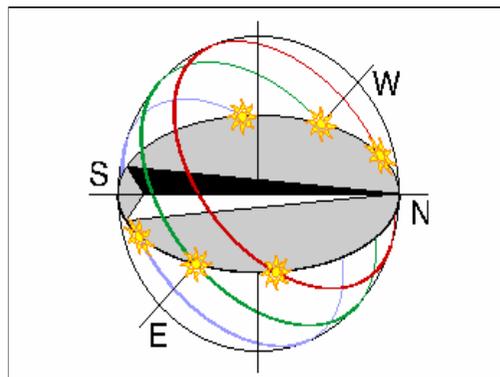


Comune di Rimini  
Settore Ambiente e Sicurezza  
Nucleo di Valutazione Sostenibilità Ambientale  
Ufficio V.I.A.

---

## **Soleggiamento nel territorio comunale di Rimini**

(relativo alla latitudine  $44^{\circ}04'$ )



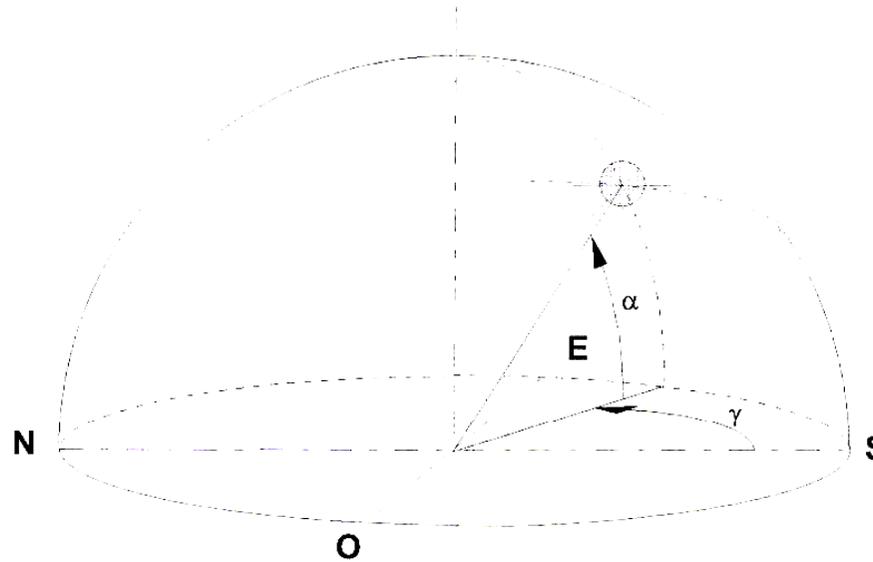
Dirigente del Settore Ambiente e Sicurezza  
Ing. Riccardo Cola

Funzionario Tecnico - Responsabile del Progetto  
Arch. Marco Benedettini

Collaboratori  
Dott.ssa Elena Favi  
Ing. Elisabetta Giuliano

### Brevi richiami di geodesia

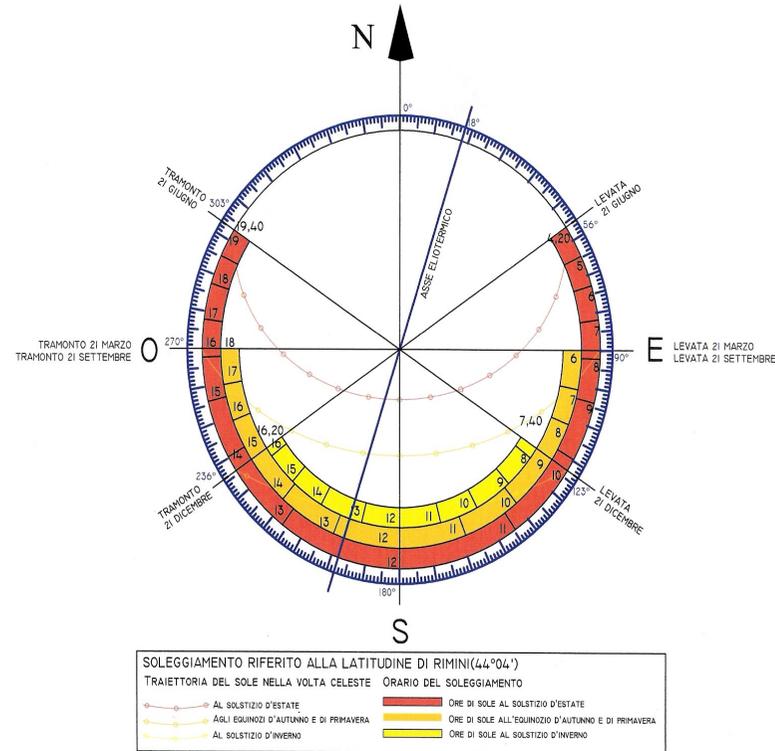
Per un osservatore che dalla terra osservi il cielo, il percorso del sole sulla volta celeste assume la forma di un arco che varia sia durante il corso dell'anno che con la latitudine del luogo.



**Figura 1:**Angolo di altezza solare e angolo azimutale

La posizione del sole rispetto ad un punto sulla terra è determinata dall'angolo di altezza solare  $\alpha$  e dall'angolo azimutale  $\gamma$ , una volta noti gli angoli zenitali e azimutali si può stabilire la posizione del sole nel cielo e collegando i punti che rappresentano le posizioni del sole nelle diverse ore del giorno si può tracciare il percorso del sole in quel giorno, è stato in questo modo realizzato il diagramma del sole.

## Diagramma del sole



## **Composizione del diagramma del sole**

Il diagramma del sole è stato costruito su un riferimento geografico cardinale ed è composto da:

- I punti cardinali e un goniometro esterno in modo da avere un riferimento orientato e graduato;
- I tracciati del percorso del sole ottenuti tramite il programma Sunchart, relativi rispettivamente alle date: 21 giugno (in rosso); 21 marzo e 21 settembre (in arancione); 21 dicembre (in giallo); in modo da considerare i giorni rappresentativi delle stagioni;
- Le proiezioni in pianta circolare del percorso del sole che rappresentano le ore di soleggiamento relativi rispettivamente alle date: 21 giugno (in rosso); 21 marzo e 21 settembre (in arancione); 21 dicembre (in giallo); in modo da avere un impatto visivo immediato sull'angolazione e la durata del soleggiamento.
- L'asse eliotermico, inclinato di  $18^\circ$  rispetto al nord, che rappresenta la direzione preferenziale per il miglior irraggiamento solare.

## **Costruzione del diagramma del sole**

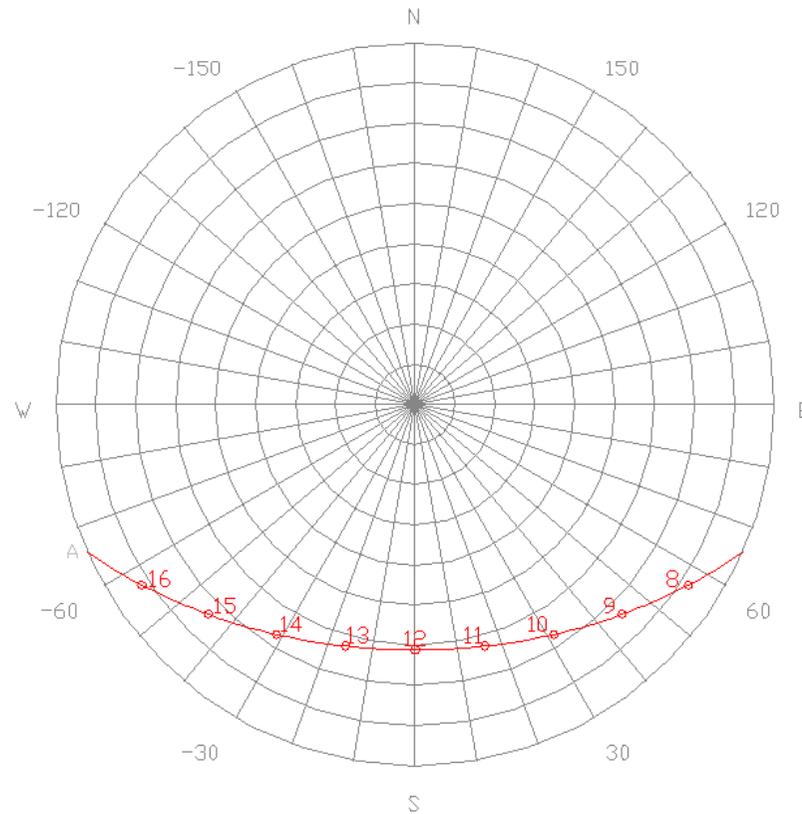
Per la costruzione del diagramma del sole si è proceduto in questo modo:

- Calcolo del percorso del sole alla latitudine di Rimini tramite il programma Sunchart relativo alle date del 21 giugno, 21 marzo, 21 settembre e 21 dicembre;
- Proiezione in pianta dei percorsi calcolati;
- Inserimento di un riferimento graduato, oltre che dei punti cardinali;
- Inserimento all'interno del diagramma dell'asse eliotermico.

\*Il presente lavoro è riferito alla latitudine  $44^\circ 04'$  in realtà il comune di Rimini oscilla tra  $44^\circ 03'$  e  $44^\circ 04'$ , ma le differenze osservate nei due casi sono risultate irrilevanti ai fini del presente studio.

## **Cos'è e come si usa il diagramma del sole**

La descrizione del moto apparente del sole nella volta celeste può avere luogo mediante una carta solare proiettata sul piano verticale. Il sistema di coordinate impiegato è centrato nell'osservatore e usa come riferimento il piano dell'orizzonte.

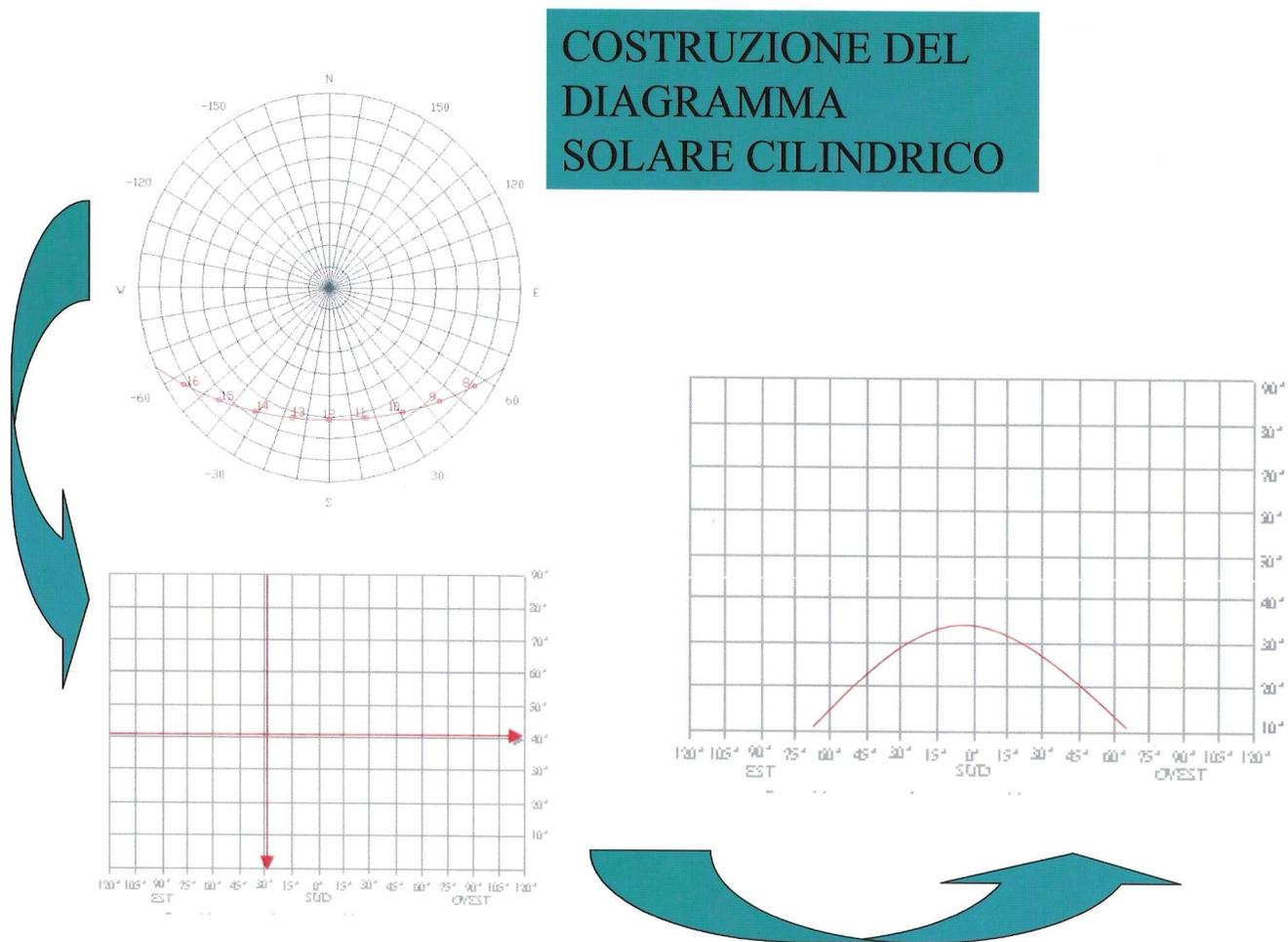


**Figura 2:** Percorso del sole calcolato tramite il programma sunchart.

La durata di luce massima si ha al solstizio d'estate (21 giugno) giorno in cui, alle ore 12, il sole raggiunge il punto più alto nel cielo nel corso di tutto l'anno ( $\alpha=70^\circ$ ); il caso opposto si verifica al solstizio d'inverno (21 dicembre) ( $\alpha=23^\circ$ ), mentre ai due equinozi di primavera (21 marzo) e di autunno (21 settembre) l'altezza del sole alle ore 12 è intermedia tra la massima e la minima e le durate del giorno e della notte sono esattamente di 12 ore in tutto il globo.

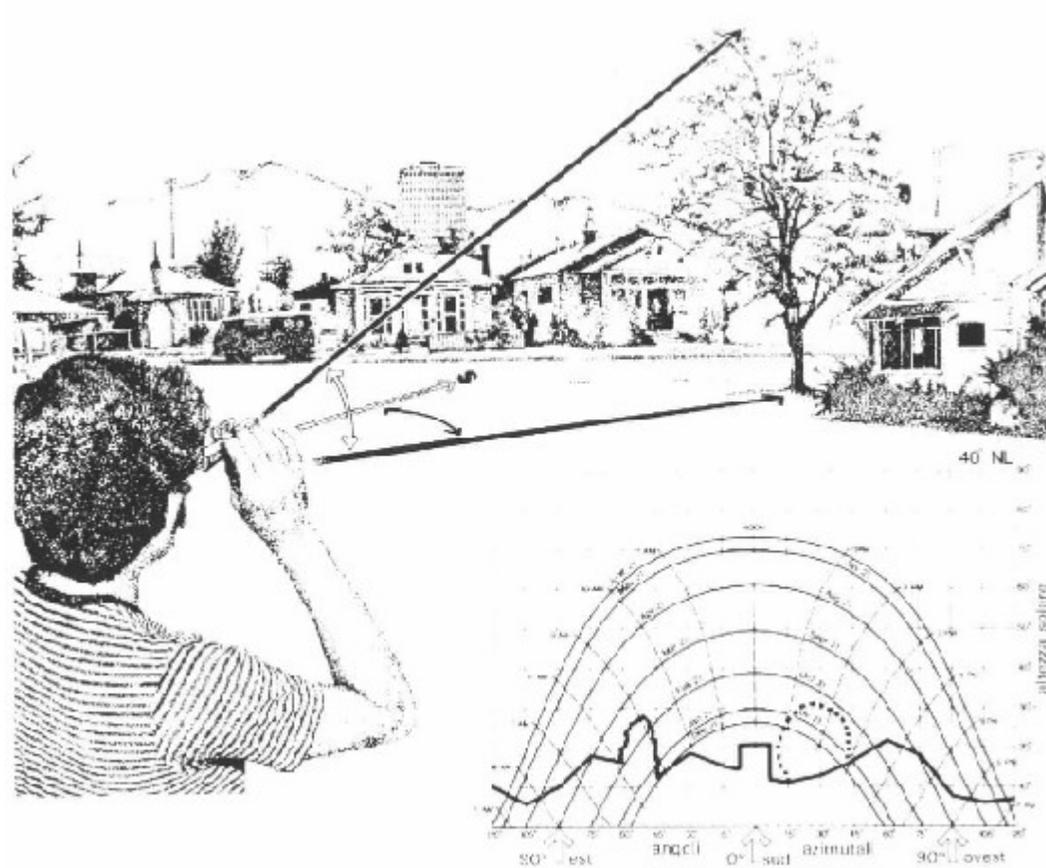
L'uso più frequente che si fa del diagramma del sole è nel calcolo delle ore di luce e dell'ombreggiatura nell'edificio di interesse.

Una volta ottenuto il diagramma solare in coordinate polari, si può riportare lo stesso diagramma in coordinate cartesiane con in ascisse gli angoli zenitali e in ordinate gli angoli azimutali. Il diagramma così ottenuto è detto diagramma solare cilindrico.



**Figura 3:** Costruzione del diagramma solare cilindrico.

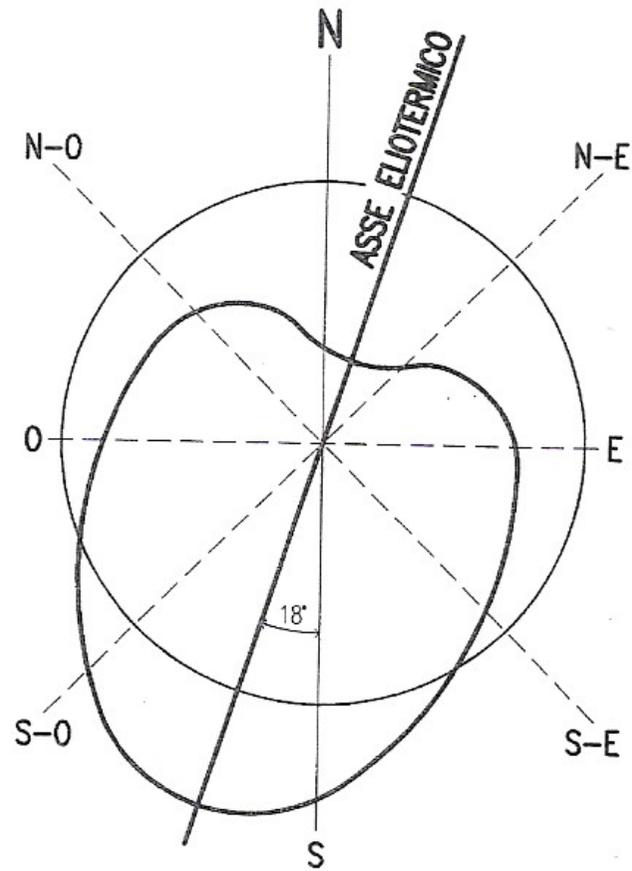




**Figura 5:** Esempio del rilevamento degli ostacoli che creano ombra agli edifici.

In questo modo si è in grado di valutare le ore di soleggiamento a nostra disposizione; cioè vediamo quali oggetti circostanti e in quali ore del giorno essi coprono il sole, impedendoci di sfruttare la sua energia a nostro favore.

Oltre ai percorsi del sole, sul diagramma sono definite le ore di sole e l'asse eliotermico.



**Figura 6:** Asse eliotermico ottenuto riportando i valori dell'indice eliotermico su un diagramma polare orientato.

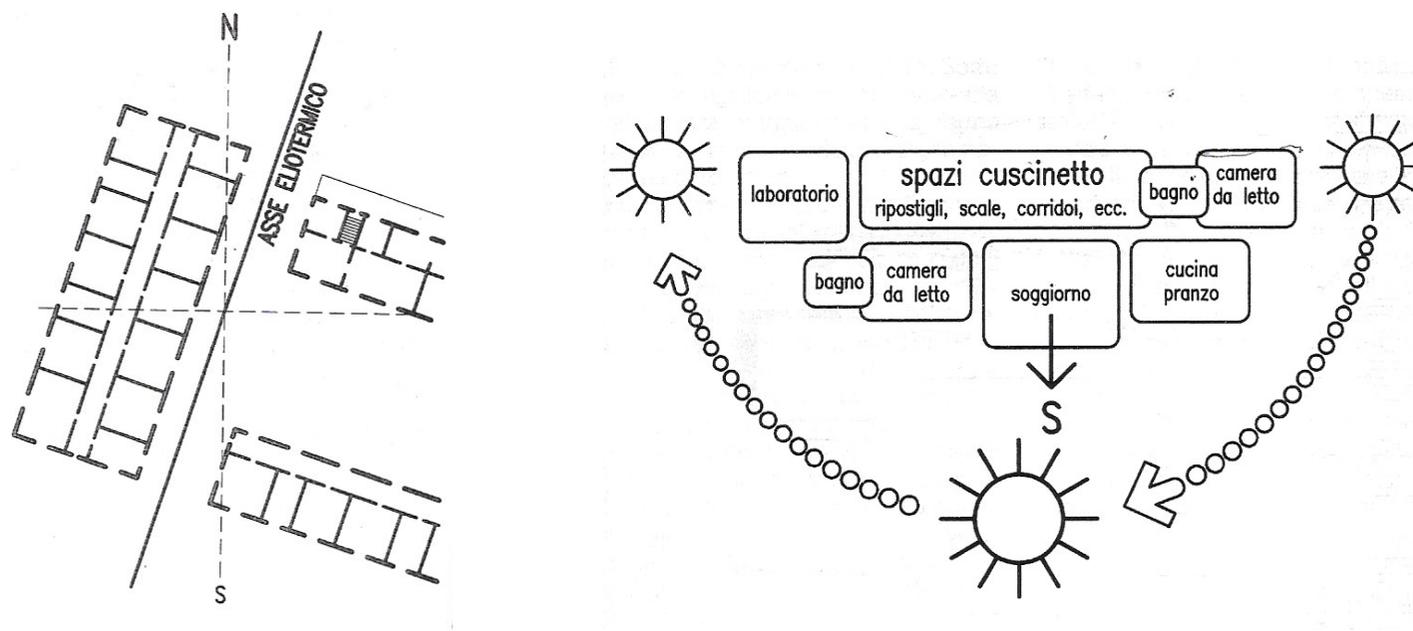
L'asse eliotermico è stato calcolato riportando i valori dell'indice eliotermico dato da:

$$I_e = dTm$$

Dove  $d$  indica la durata del soleggiamento in ore di sole e  $T_m$  il valore della temperatura media corrispondente. L'asse eliotermico rappresenta la direzione secondo la quale si verificano il minimo e il massimo valore dell'indice eliotermico. Un orientamento dell'edificio prossimo a quello dell'asse eliotermico garantisce il massimo apporto di luce-calore durante l'anno.

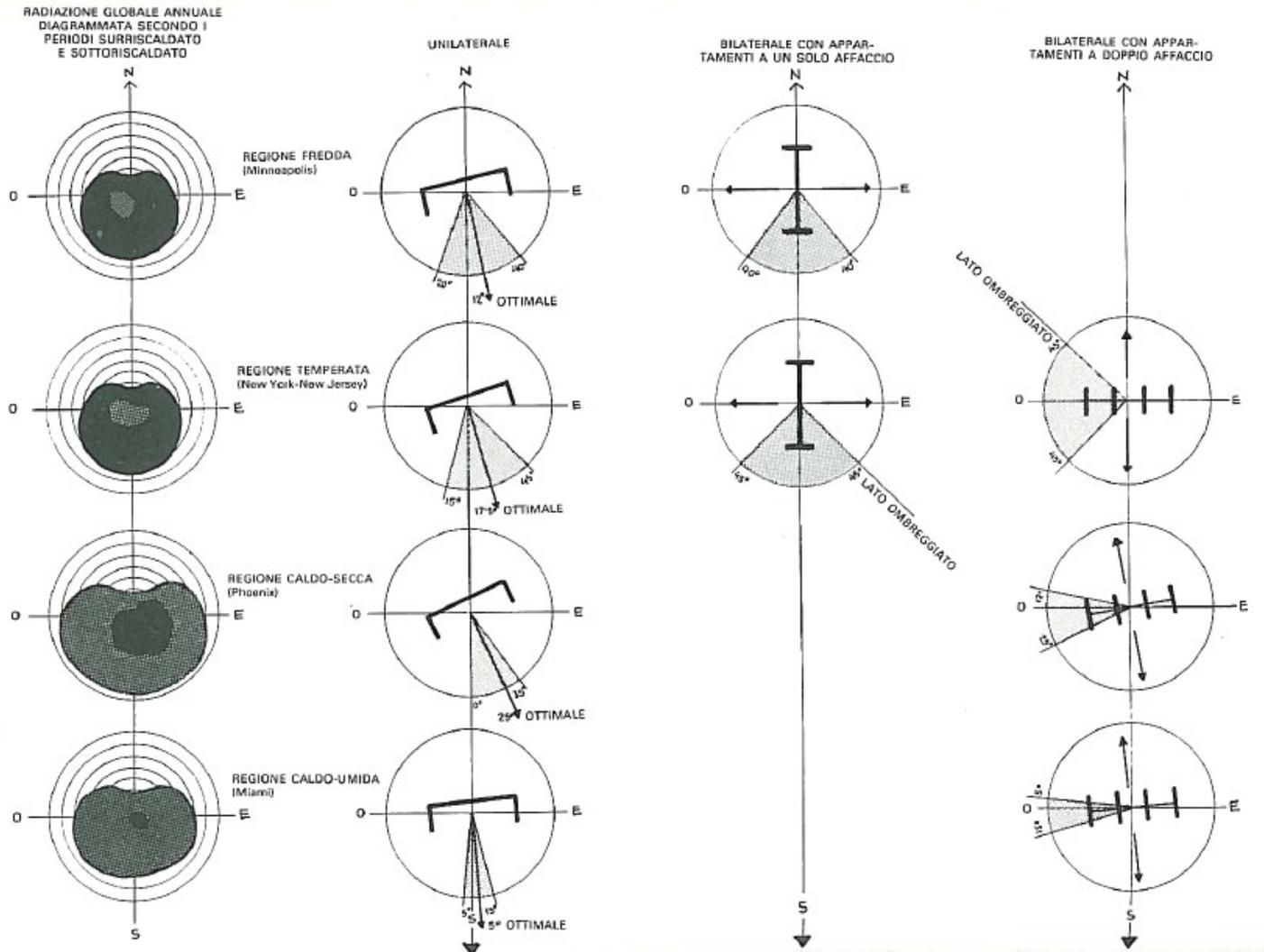
La qualità microclimatica di un edificio è conseguente ad una opportuna orientazione degli interni rispetto all'asse eliotermico.

Nelle figure sottostanti un esempio di orientazione di edifici a semplice e doppio affaccio in riferimento all'asse eliotermico e la distribuzione degli spazi interni in riferimento all'orientazione del sole e alle ore di permanenza nei singoli ambienti.



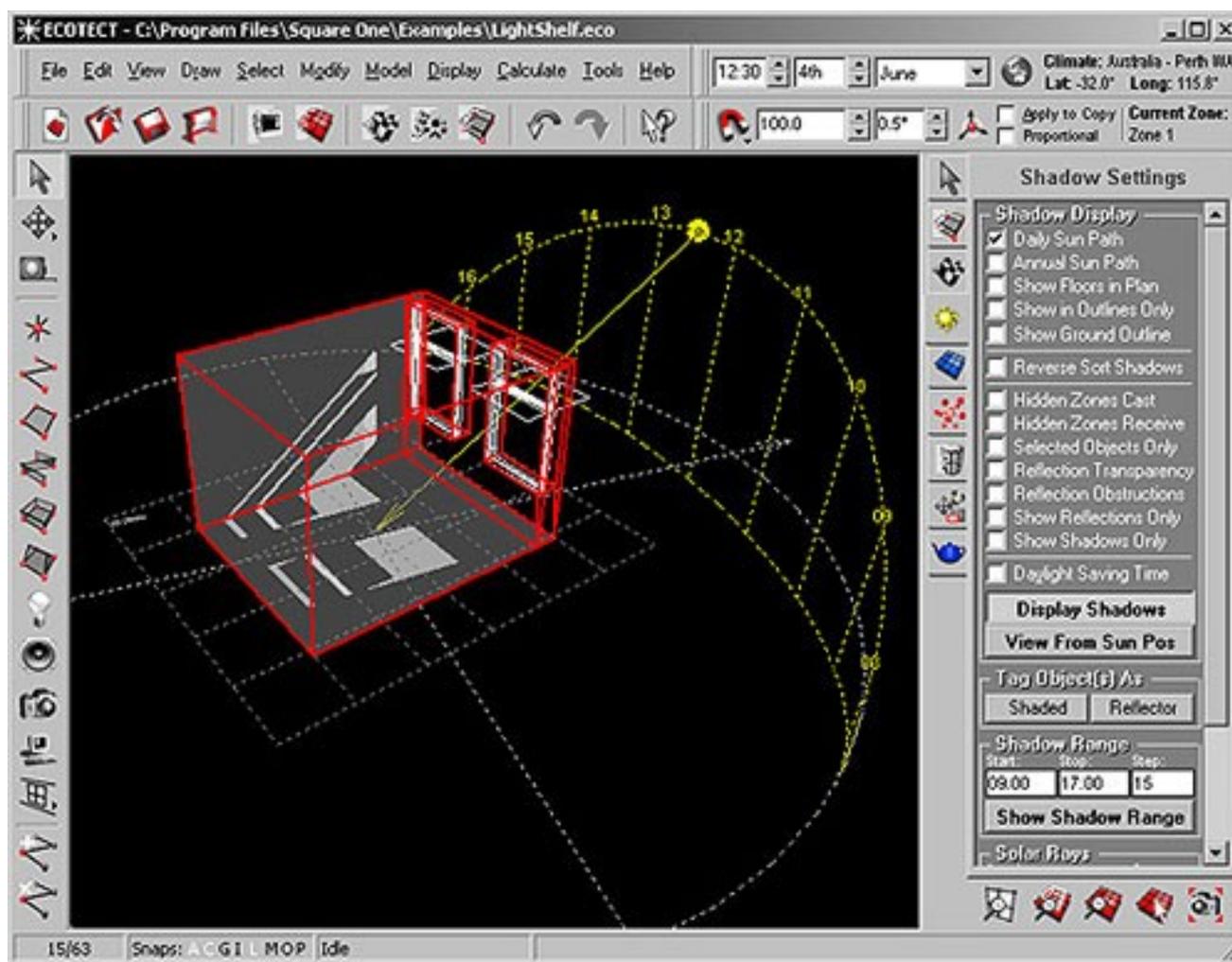
**Figura 7:** Indicazioni per la disposizione degli edifici e degli spazi interni.

In realtà i fattori che bisogna considerare nella disposizione degli edifici sono molteplici: la tipologia dell'edificio, la disposizione degli ambienti interni, la posizione geografica, ecc. Di seguito vengono forniti degli esempi che esplicitano a seconda della tipologia costruttiva degli edifici e della radiazione solare, l'orientazione ottimale degli edifici.



**Figura 8:** Posizionamento ottimale di diverse tipologie di edifici.

Al fine di fornire ai tecnici del settore sempre maggiori strumenti e informazioni, segnaliamo a titolo del tutto illustrativo una serie di programmi presenti sul web, che possono risultare di un certo interesse nel campo della progettazione ecosostenibile.



**Figura 9** “Ecotect” è un programma per la progettazione ambientale, che tiene conto dell’ illuminazione naturale ed artificiale e dei venti dominanti.

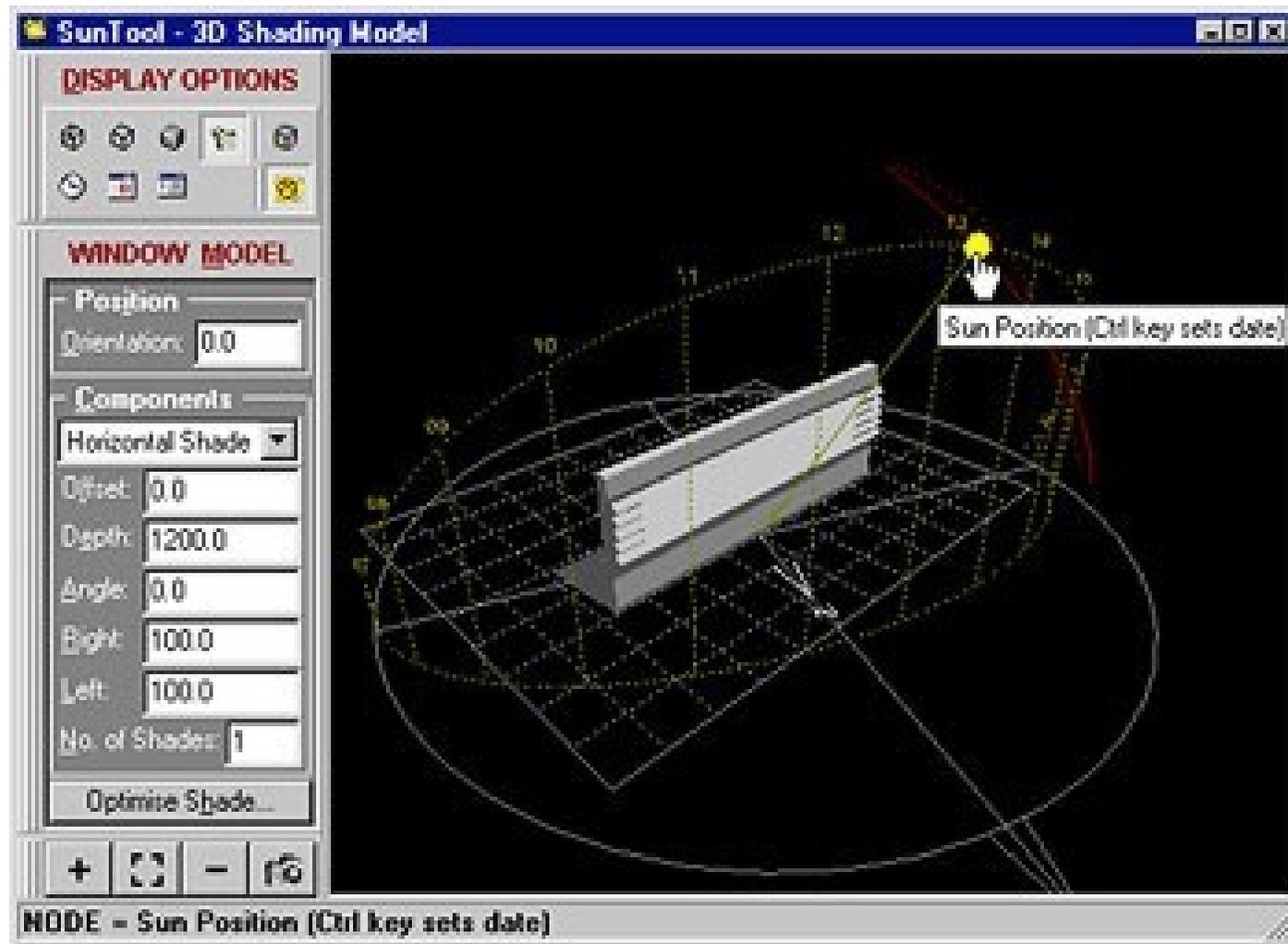
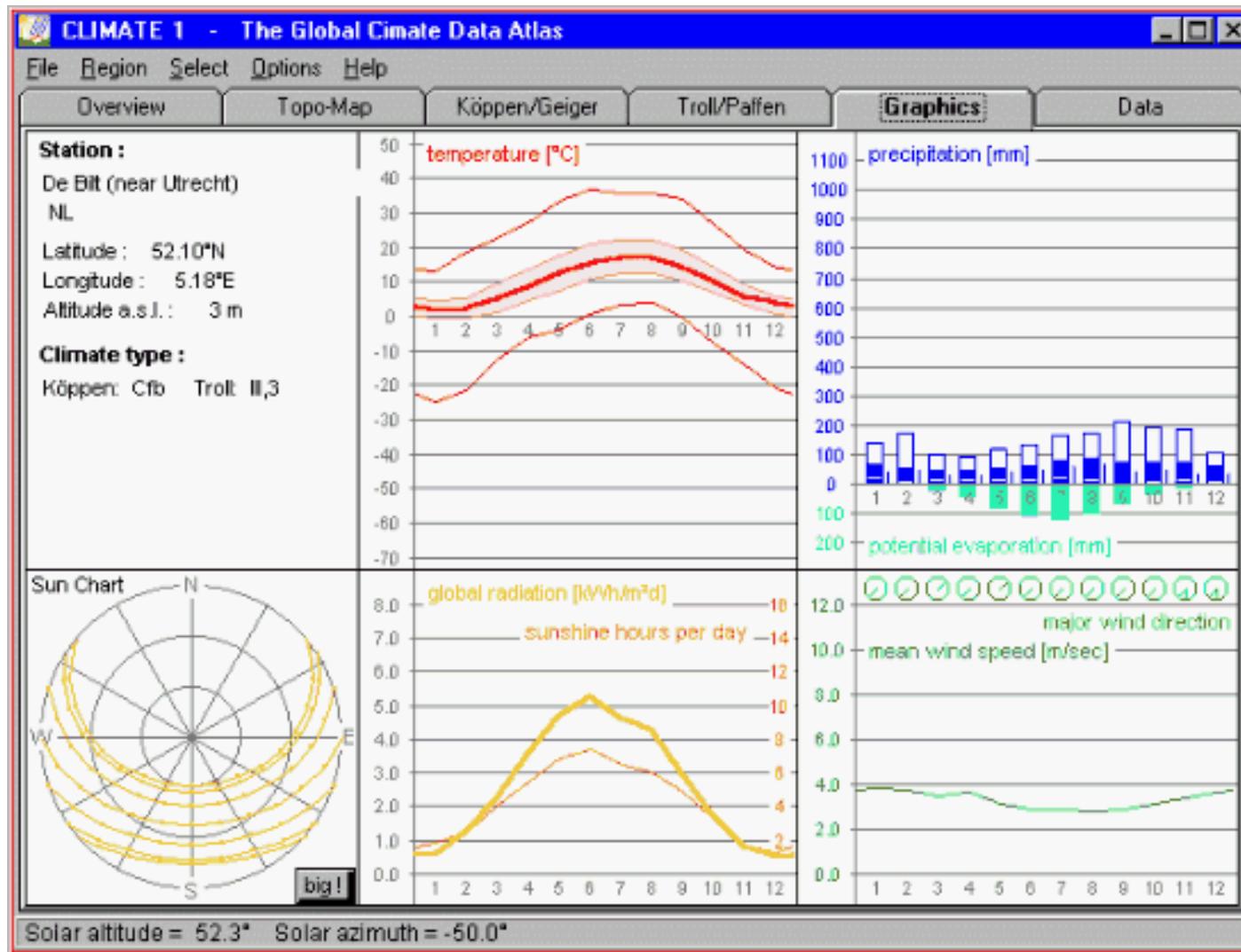
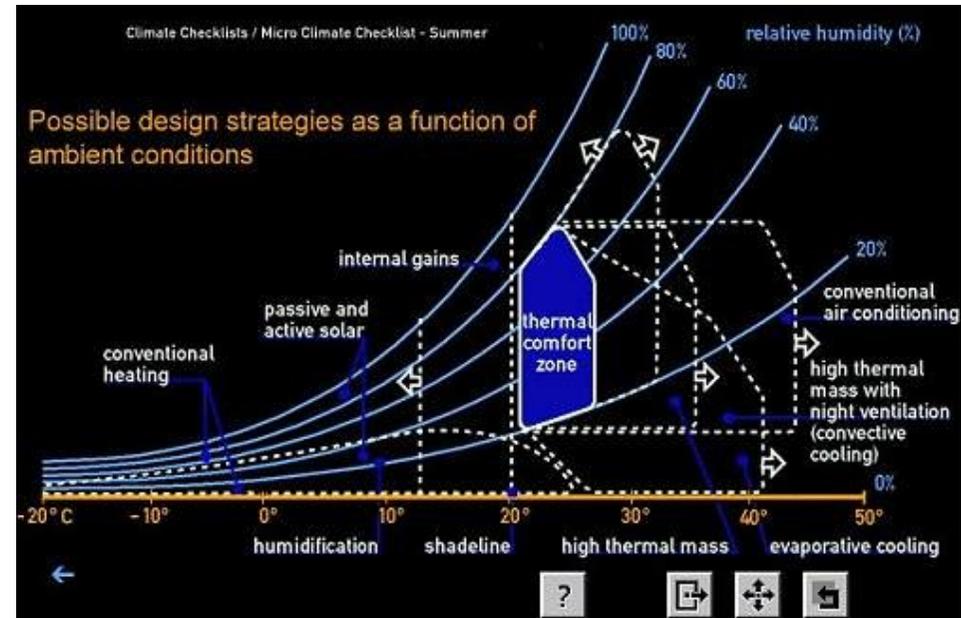
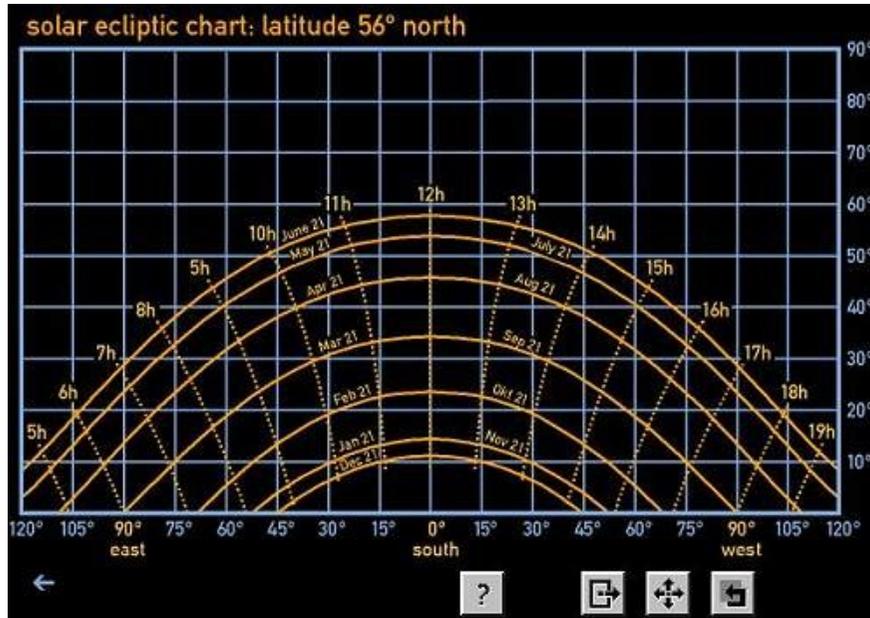


Figura 10: SunTool, È uno strumento per il calcolo della posizione del sole, e per l'orientamento degli edifici.



**Figura 11:** Climate 1 è un programma che fornisce diverse informazioni utili riguardo alla temperatura, l'altezza delle precipitazioni, il soleggiamento, la velocità del vento e la radiazione solare.



**Figura 12:** Solar è uno strumento di progettazione per i tecnici esperti di energia solare passiva. Include un calcolatore termico di prestazioni, una lista di controllo dell'elemento di disegno.

Sempre a titolo informativo sul sito internet [http://www.eere.energy.gov/buildings/tools\\_directory/subjects.cfm/pagename=s](http://www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/subjects.cfm/pagename=s), si possono consultare questi ed altri utili programmi di supporto per una progettazione più attenta alla sostenibilità ambientale.

## **Bibliografia**

*Mingozzi Angelo, Progettazione Bioclimatica, Manuale di progettazione edilizia HOEPLI, 2004, Milano.*

*Olgyay Victor, Progettare con il clima, Franco Muzzio, 1990, Padova.*

*Mazria Edward, Sistemi solari passivi, Franco Muzzio Editore, 1990, Padova.*

*Marston Fitch James, La progettazione ambientale, Franco Muzzio Editore, 1991, Padova.*

*Anderson Benny, Energia solare, manuale di progettazione, Franco Muzzio Editore, 1985, Padova.*

*Anderson B., Riordan M., Il libro della casa solare, Cesco Ciapanna Editore, 1981.*

*Buberry Paul, La progettazione del risparmio energetico, Franco Muzzio Editore, 1979, Padova.*

*Silvestrini Vincenzo, Uso dell'energia solare, Editori Riuniti, 1988.*

*Bullo Pietro, Energia dal vento, Editoriale Delfino, 1981, Milano.*

*Cometta Enrico, L'energia solare utilizzazione ed impieghi pratici, Editoriale Delfino, 1977, Milano.*

*Steadman Paul, Energia e ambiente costruito, Mazzotta, 1978, Milano.*

*Magnaghi Alberto, Il territorio dell'abitare, Angeli, 1994, Milano.*

*Sauli Graziano, Ingegneria e naturalistica, AIPIN.*

*Rossi Doria Barbara, L'uomo e l'uso del territorio, Franco Muzzio Editore, 1980, Padova.*