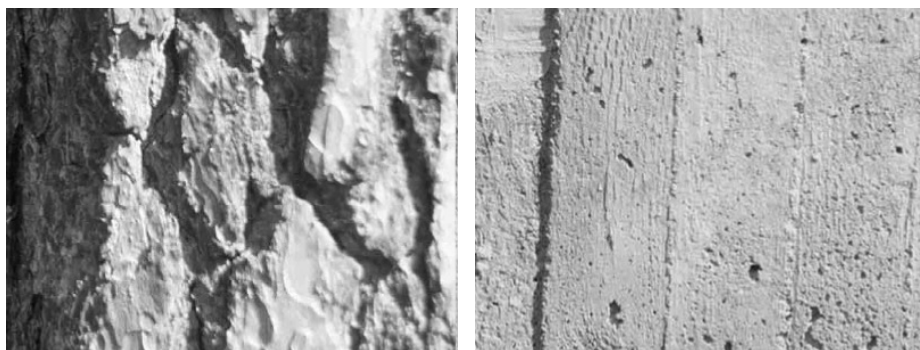


Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.

Controllo ambientale del progetto

3 ottobre 2013



“Lo stile degli edifici dovrebbe essere manifestamente diverso in Egitto ed in Spagna, nel Ponto e a Roma e nei paesi e nelle regioni di diversa natura. Poiché in una parte la terra è oppressa dal sole, in un'altra parte la terra è troppo lontana da esso, in un'altra ancora è a una distanza moderata [...]”

Vitruvio, Dell'Architettura, Libro VI, capitolo 1



Analisi delle caratteristiche ambientali



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

3/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Analisi delle caratteristiche ambientali

| | |
|-----------------------|--|
| FATTORI GEOGRAFICI | LATITUDINE, ALTEZZA SUL LIVELLO DEL MARE |
| PARAMETRI CLIMATICI | GRADI GIORNO, ANNO TIPO, GIORNO MEDIO MENSILE |
| FATTORI METEOROLOGICI | TEMPERATURA, PRECIPITAZIONI, UMIDITÀ DELL'ARIA, VENTI, PRESSIONE ATMOSFERICA, STATO DEL CIELO, RADIAZIONE SOLARE |
| FATTORI TOPOGRAFICI | ALTITUDINE E RILIEVI, CLIVOMETRIA, ORIENTAMENTO DEI PENDII |
| FATTORI BIOLOGICI | SUOLO, ACQUA, ASSETTO VEGETAZIONALE |



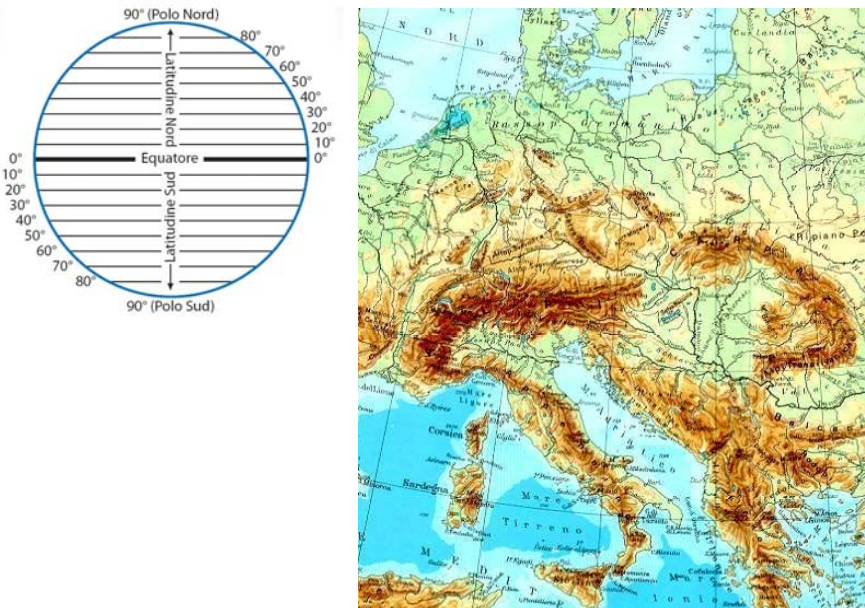
Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

4/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA


Fattori geografici

Latitudine e altezza sul livello del mare



90° (Polo Nord)
80°
70°
60°
50°
40°
30°
20°
10°
0°
Equatore
10°
20°
30°
40°
50°
60°
70°
80°
90° (Polo Sud)

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

5/144

Parametri climatici


Gradi Giorno (GG)

Secondo la definizione riportata nel DPR 412/1993, sono **“la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente interno, convenzionalmente fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado-giorno (GG)”**.

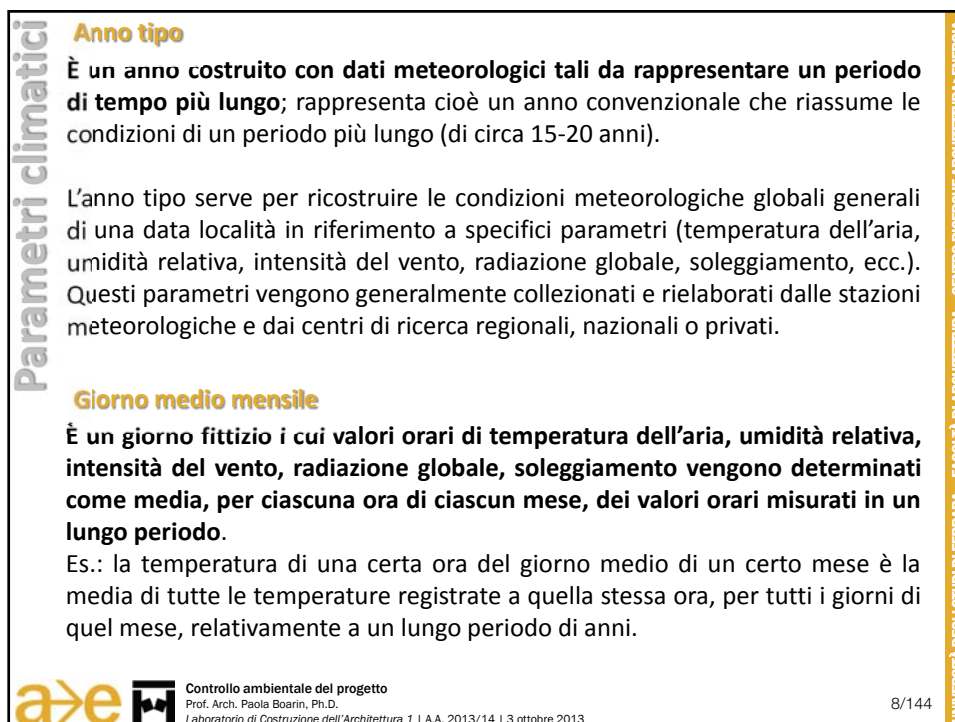
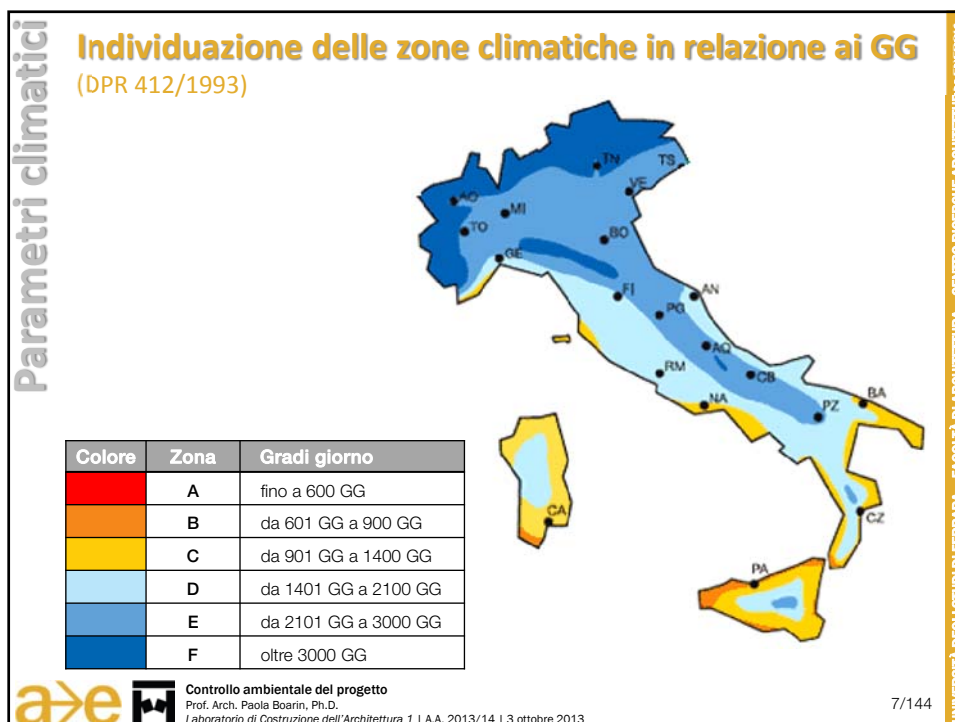
I gradi giorno rappresentano, quindi, il parametro convenzionale rappresentativo delle condizioni climatiche locali, utilizzato per stimare al meglio il fabbisogno energetico necessario per mantenere gli ambienti ad una temperatura ottimale.

Il valore dei gradi giorno di una località viene assunto in base al Comune di appartenenza. I gradi giorno di tutti i Comuni italiani sono riportati in una tabella del DPR 412/1993, dove sono ordinati per Regione e Provincia.


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

6/144




Parametri climatici



COMUNE di PESARO
Servizio Qualità/Ambiente
Osservatorio «Valerio»

VALORI NORMALI DEL CLIMA DI PESARO
(1980 - 2009) (per i dati del vento 2000 - 2009)

| | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre | anno |
|---|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|
| Temperatura media (°C) | 4,4 | 5,3 | 9,3 | 12,9 | 18,0 | 22,0 | 24,6 | 24,1 | 19,8 | 15,2 | 9,6 | 5,8 | 14,3 |
| Temperatura massima media (°C) | 7,9 | 9,2 | 13,5 | 17,0 | 22,1 | 26,2 | 29,0 | 28,8 | 24,4 | 19,2 | 13,0 | 9,1 | 18,3 |
| Temperatura minima media (°C) | 1,8 | 2,2 | 5,4 | 8,5 | 13,0 | 16,7 | 19,0 | 19,0 | 15,5 | 11,9 | 7,0 | 3,4 | 10,3 |
| Temperatura massima assoluta (°C) | 19,0 (1995) | 19,8 (1995) | 25,2 (2001) | 27,6 (1992) | 33,4 (2001) | 37,4 (2005) | 38,1 (2009) | 37,4 (1988) | 35,0 (1987) | 28,0 (2006) | 25,0 (2002) | 21,8 (1989) | 38,1 (2009) |
| Temperatura minima assoluta (°C) | -13,0 (1985) | -12,8 (1991) | -5,8 (1987) | -1,4 (2003) | 4,2 (1987) | 7,0 (1990) | 11,2 (1991) | 9,6 (1981) | 6,2 (1995) | 3,0 (1994) | -2,4 (1989) | -9,2 (1996) | -13,0 (1985) |
| Precipitazioni medie (mm) | 50,2 | 45,2 | 63,6 | 60,7 | 53,7 | 56,6 | 43,8 | 63,8 | 92,7 | 80,0 | 85,8 | 81,2 | 77,4 |
| Velocità media del vento (km/h) | 10,9 | 11,3 | 12,1 | 11,1 | 11,1 | 11,3 | 11,6 | 10,9 | 11,1 | 9,8 | 9,9 | 11,0 | 11,0 |
| Direzione prevalente di provenienza del vento | SW | SW | SW | N | SW | N | N | SW | SW | SW | SW | W | SW |



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

9/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

La meteorologia

La rilevazione dei fattori avviene tramite:


- Stazioni pluviometriche (precipitazioni)
- Stazioni termopluviometriche (temperature e precipitazioni)
- Osservatori (temperatura, precipitazioni, umidità, pressione, stato del cielo, venti, soleggiamento, radiazione solare).

In Italia gli enti ufficiali sono:

- Il Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.
- L'Ufficio Centrale di Meteorologia del Ministero dell'Agricoltura
- Il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

Alcuni servizi privati, sviluppati a scopo di ricerca sono:

- Enti di Bonifica territoriale
- Camere di Commercio
- Privati



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

10/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria è lo stato termico dell'atmosfera esistente in un punto e in un determinato momento.


L'aria non viene riscaldata direttamente dai raggi solari, ma per **convezione e conduzione dalla superficie terrestre**, la cui temperatura dipende dal bilancio tra energia solare incidente e reimmissione all'infrarosso.

La variazione della temperatura giornaliera dipende tuttavia dallo stato del cielo. Nelle giornate serene, una grande quantità di radiazione incidente e una via sgombra per il reirraggiamento producono una forte escursione termica giornaliera. Nelle giornate nuvolose la variazione è minore.

Una giornata estiva serena è più calda di una nuvolosa poiché viene ricevuta maggiore energia solare.

Una giornata invernale serena è più fredda di una giornata nuvolosa poiché di notte il calore sfugge più facilmente verso l'atmosfera.

Nel corso di una giornata, la temperatura dell'aria assume il minimo valore poco prima dell'alba e cresce fino a raggiungere il valore massimo verso le ore 14:00. successivamente decresce con andamento più lento rispetto alla crescita.

a>e  **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

11/144


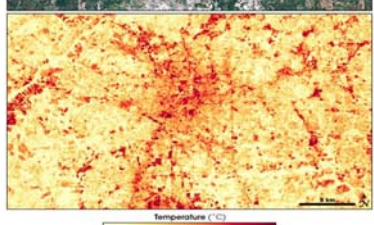
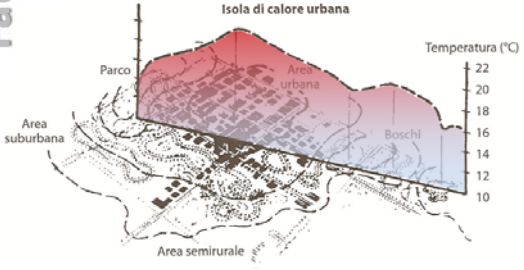
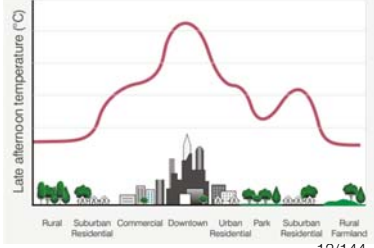
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA


Fattori meteorologici

Temperatura dell'aria

La temperatura è condizionata dal vento, dalla natura del suolo, dalla presenza di corpi d'acqua, dalla vegetazione, dall'orografia.

Nei centri urbani la temperatura è generalmente superiore di 2°C circa rispetto alla periferia e di 5°C circa rispetto alle zone rurali per effetto del fenomeno di **isola di calore** o **isole climatiche urbane**.

a>e  **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

12/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA


Fattori meteorologici

Precipitazioni

Per precipitazioni si intende qualunque tipo di acqua atmosferica che raggiunge la superficie terrestre allo stato liquido o solido.

- **Pioggia:** gocce d'acqua con diametro superiore a 0,5 mm e velocità di caduta superiore a 3m/s
- **Rugiada:** gocce d'acqua che si depositano durante la notte per condensazione da raffreddamento del vapore contenuto negli strati più vicini al suolo
- **Neve:** cristalli di forma esagonale riuniti in fiocchi
- **Grandine:** globuli di ghiaccio
- **Brina:** cristalli aghiformi che derivano dalla solidificazione del vapore in condizioni di temperatura < a 0°C.

La quantità si valuta calcolando lo spessore dello strato di acqua che si formerebbe su un terreno completamente piano, senza assorbimento o evaporazione ed è espressa in mm (1 mm = 1 l d'acqua sulla superficie di 1 m²)

 **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

13/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Umidità


Umidità atmosferica: è l'indicatore della quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera.

Umidità assoluta: quantità di vapore acqueo contenuta in 1 m³ d'aria in un dato istante e in un dato punto dell'atmosfera.

Umidità relativa (%): rapporto tra quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera e la quantità massima che potrebbe esservi contenuta alla stessa temperatura, in condizioni di saturazione.

L'umidità è un parametro che deve essere sempre valutato in funzione della pressione e della temperatura.

Il punto di rugiada corrisponde alla temperatura alla quale l'umidità assoluta dell'aria diventa umidità massima, dando origine a fenomeni di condensazione che danno origine alla formazione di nuvole, nebbia, rugiada o brina.

 **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

14/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Venti


Il vento è un movimento orizzontale dell'aria originato dalle differenze di pressione atmosferica esistenti tra due diverse zone della superficie terrestre, dovute a loro volta a differenze di temperatura e umidità.

Lo spostamento delle masse d'aria avviene dalla zona di pressione maggiore a quella di pressione inferiore, fino al raggiungimento dell'**equilibrio barico**, con una velocità direttamente proporzionale alla differenza di pressione e inversamente proporzionale alla distanza dei punti di pressione massima e minima.

I **venti geostrofici** (>1.000 m di altezza) sono determinati dalla differenza di pressione.

I **venti di superficie** (<100 m dal suolo) sono fortemente influenzati dalle caratteristiche del territorio (morfologia, vegetazione, bacini idrici, ostacoli).

I venti sono caratterizzati da **direzione** (rispetto al nord), velocità (in funzione del tipo geometrico di suolo), **frequenza** (giornaliera o in termini percentuali di tempo), **intensità** (pressione esercitata su una superficie).

a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

15/144

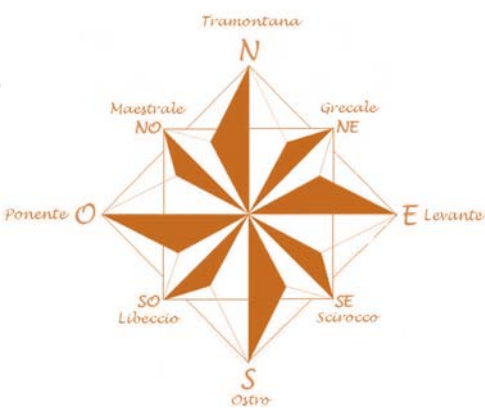
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA


Fattori meteorologici

Venti

In relazione alle direzioni di provenienza i venti sono denominati in diverso modo (otto direzioni cardinali e intercardinali) in un quadro d'insieme denominato **rosa dei venti**.

I venti sono definiti **caratteristici** se tipici di una zona in funzione dell'orografia (es. bora), **costanti** se spirano sempre nella stessa direzione e verso anche se con diversa intensità (es. alisei), **periodici** (su base stagionale o diurna - *brezze*) quando spirano su una stessa direttrice invertendo periodicamente la direzione, anche con differente velocità.



a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

16/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Brezze

GIORNO

Brezza di mare

NOTTE

Brezza di terra

Le masse d'aria in corrispondenza della terra si sollevano a causa del riscaldamento dovuto all'irraggiamento e vengono compensate dalle masse d'aria più fredda che si trovano in corrispondenza del mare.

Il calore immagazzinato durante il giorno dalla massa d'acqua riscalda la colonna d'aria che si solleva, richiamando aria più fresca dalla costa

a>e Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

17/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Venti

I venti influenzano i processi di evaporazione dei corpi d'acqua con influenze sulle precipitazioni, sull'umidità e sulla temperatura dell'aria.

Gli elementi che influenzano l'andamento dell'aria sono la presenza di irregolarità dell'andamento del suolo (pendii, declivi, ostacoli artificiali).

Dato che i venti influenzano notevolmente la temperatura di un dato luogo, nei climi particolarmente rigidi e ventosi è bene adottare **strategie per la protezione dai venti dominanti**, specie se provenienti da Nord, attraverso l'adozione di configurazioni planimetriche e morfologiche in grado di ridurne l'effetto, anche con l'ausilio di un'opportuna vegetazione.

È bene ricordare **che il vento influisce sulle perdite di calore per trasmissione attraverso l'involucro**: si ha, infatti, una diminuzione della resistenza termica degli strati liminari all'aumentare dell'intensità. Inoltre, l'elevato numero di ricambi d'aria e le perdite di calore attraverso gli infissi generano un abbassamento della temperatura indoor, con conseguente aumento dei consumi per climatizzazione invernale.

a>e Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

18/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Venti

Quando il vento colpisce un edificio si viene a creare una zona di alta pressione (+) sul lato esposto e una di bassa pressione (-) sul lato opposto, dove si generano dei vortici di aria.

Per ridurre l'effetto delle correnti d'aria è opportuno adottare delle strategie, quali:

- L'adozione di **ostruzioni artificiali** realizzate con materiali poco permeabili;
- La **piantumazione** di essenze arboree protettive;
- La corretta **pianificazione della forma e dell'orientamento** dell'edificio in fase progettuale.

a>e Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

19/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Pressione atmosferica

La pressione atmosferica in un punto dello spazio è pari al peso della colonna d'aria situata al di sopra del punto stesso, misurata all'interno di un cilindro con asse verticale avente per base l'unità di superficie.

Alla latitudine di 45°, in condizioni di equilibrio barico, la pressione atmosferica misurata sul livello del mare e alla temperatura di 0°C è di circa 760 mm di mercurio.

a>e Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

20/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

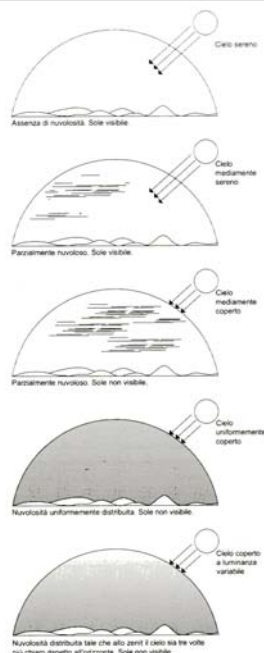
Stato del cielo

Si definisce stato del cielo la quantità di cielo coperto o meno da nubi, in un dato momento e in un dato punto di rilevazione.

Lo stato del cielo si misura a vista. In base alla quantità media di cielo coperto rilevato i giorni vengono classificati in sereni, misti o coperti.

Lo stato del cielo è uno dei fattori principali che modificano la temperatura dell'aria di un luogo.

Nelle giornate serene, una grande quantità di radiazione incidente e una via sgombra per il reirraggiamento producono una forte escursione termica giornaliera. Nelle giornate nuvolose la variazione è minore. Una giornata estiva serena è più calda di una nuvolosa poiché viene ricevuta maggiore energia solare. Una giornata invernale serena è più fredda di una giornata nuvolosa poiché di notte il calore sfugge più facilmente verso l'atmosfera.



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

21/144

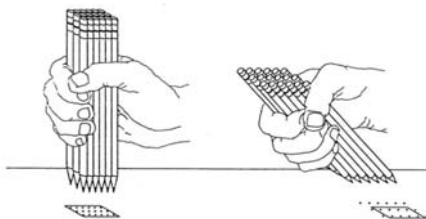
Radiazione solare

Per radiazione solare si intende il flusso di energia emesso dal sole.

Una qualunque superficie, comunque orientata, riceve radiazione solare diretta e diffusa che viene riflessa dal terreno e dagli oggetti circostanti.

L'energia solare può essere utilizzata per produrre calore in modo passivo o per produrre energia elettrica.

Durante l'attraversamento dell'atmosfera terrestre, l'irraggiamento solare subisce effetti diversificati: una parte viene **riflessa** verso lo spazio, una parte **assorbita** dalle molecole dell'atmosfera, una parte **diffusa** in tutte le direzioni e una minima parte raggiunge la superficie terrestre (**diretta**), condizionata dalle caratteristiche della superficie stessa (**albedo**).



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

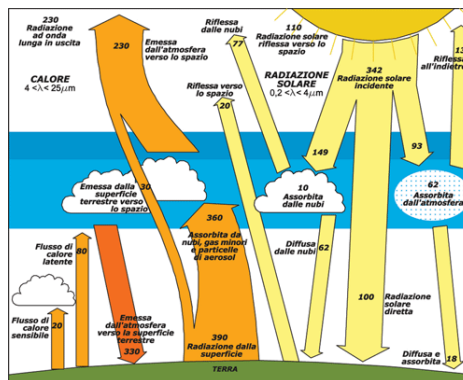
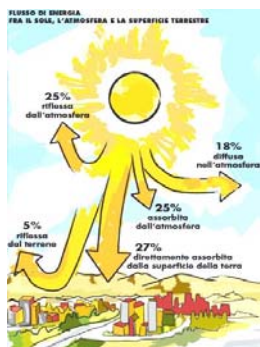
22/144

Radiazione solare

Radiazione solare diretta: proviene dal sole, è incidente al suolo e modifica l'intensità al variare dell'angolo di incidenza, raggiungendo valori massimi in posizione verticale;

Radiazione solare diffusa: porzione di luce riflessa dal cielo;

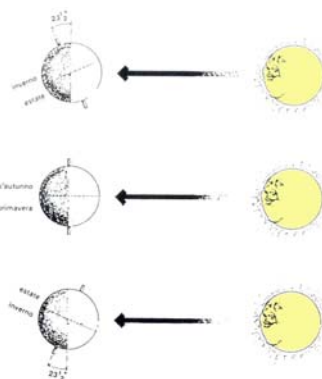
Effetto albedo: quota della radiazione solare diretta e diffusa che viene riflessa dal terreno e dagli oggetti circostanti. Ogni tipo di suolo o vegetazione ha valori di albedo caratteristici.



Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

Radiazione solare

L'energia che raggiunge la superficie, a causa della rotazione terrestre e dell'inclinazione dell'asse, varia considerevolmente con la latitudine, l'altezza del suolo, le stagioni, l'ora di rilevamento del giorno e dipende dalle variazioni meteorologiche locali.

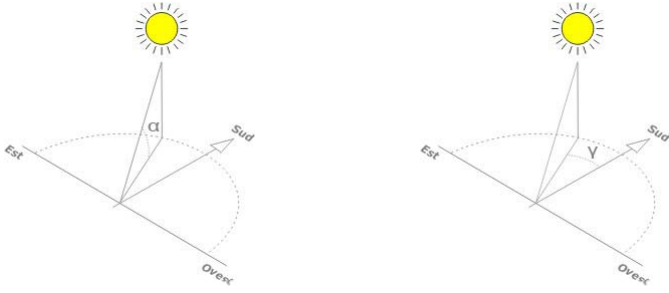


Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

Fattori meteorologici


Radiazione solare

Per una corretta valutazione è necessario considerare l'angolo di incidenza che i raggi formano rispetto alla superficie ortogonale alla direzione della radiazione. Tale valutazione è fondamentale per la valutazione delle aperture, delle schermature e dei sistemi di captazione attivi e passivi.



Altezza o altitudine solare α
È l'angolo formato tra la direzione dei raggi solari ed il piano orizzontale.

Azimut Solare γ
È l'angolo formato tra la proiezione sul piano orizzontale dei raggi solari e la direzione sud; è positivo se la proiezione cade verso est (prima del mezzogiorno solare) ed è negativo se la proiezione cade verso ovest (dopo mezzogiorno).

a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

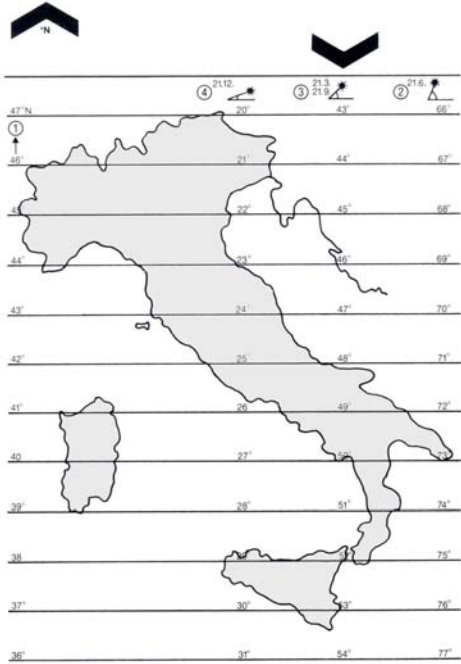
25/144


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori meteorologici

Radiazione solare

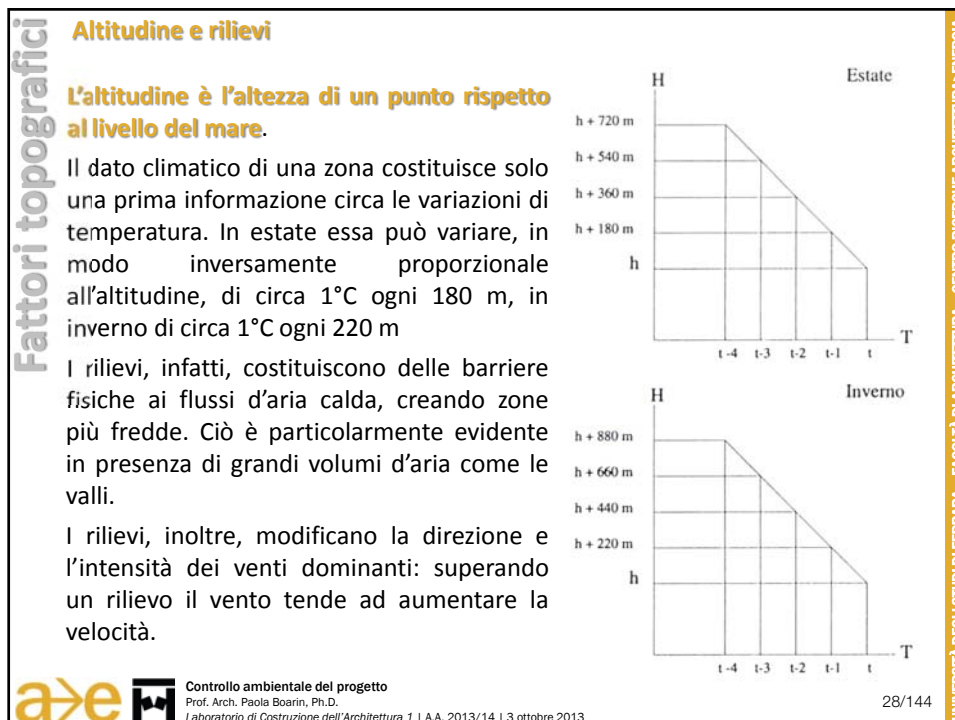
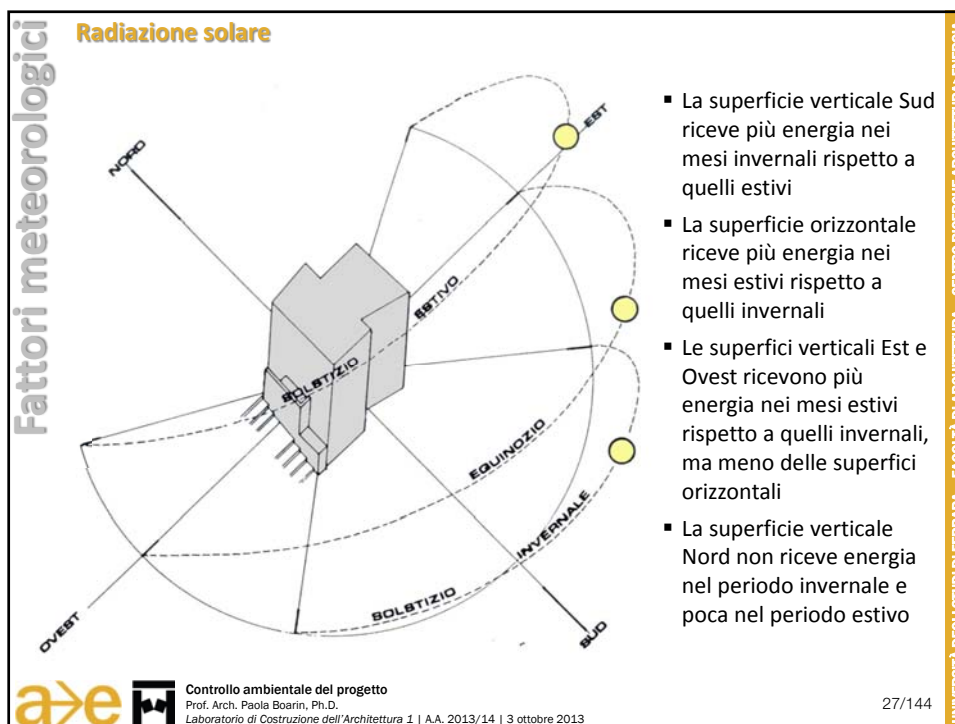
1. Posizione geografica relativa alla latitudine Nord
2. Altezza del sole nel solstizio d'estate (massima declinazione del sole - 21 giugno)
3. Altezza del sole all'equinozio (21 marzo e 21 settembre)
4. Altezza del sole al solstizio d'inverno (minima declinazione del sole - 21 o 22 dicembre)



a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

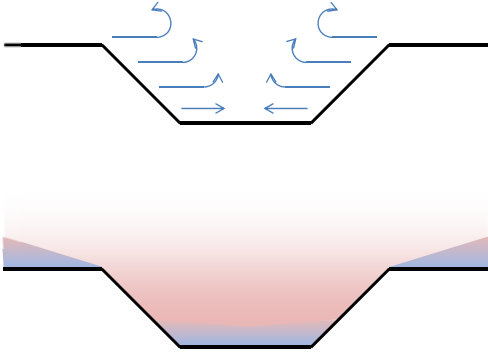
26/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Fattori topografici


Altitudine e rilievi



Di notte le pareti e il fondo delle valli si raffreddano e l'aria fluisce verso il fondovalle. Sui fianchi, una serie di circolazioni minori si mescola con l'aria calda circostante creando una temperatura intermedia.

L'aria sull'altopiano sarà fredda, quella del fondovalle molto fredda, ma quella dei pendii più temperata e viene detta **fascia termica** o **pendio caldo**.

La fascia termica è la più indicata per costruire gli edifici.

a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

29/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

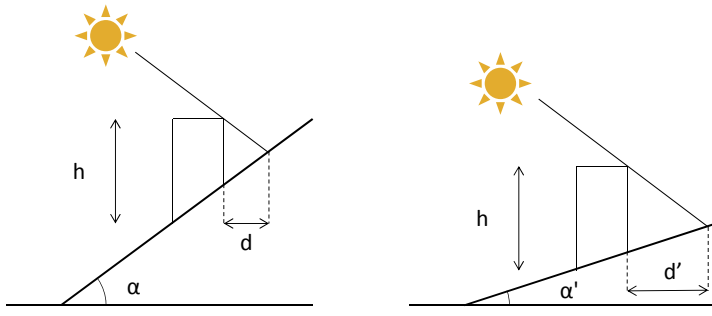
Fattori topografici


Clivometria

La clivometria è la pendenza media del terreno rispetto all'orizzontale.

Si esprime in percentuale (differenza di quota diviso la distanza planimetrica) oppure in gradi. Le ombre sono più piccole quanto più il valore della clivometria si avvicina a quello dell'inclinazione dei raggi solari.

Le distanze da determinare per evitare che un edificio proietti ombra su quello retrostante dipendono dall'inclinazione del terreno.



a>e  Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

30/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori topografici

Orientamento dei pendii

La pendenza del terreno incide sulla verifica delle ombre portate di un qualsiasi edificio posto in un'area. Più la pendenza del terreno tende ad essere perpendicolare alla direzione dei raggi solari, minore sarà la superficie creata in ombra.

L'orientamento dei pendii è un'informazione importante al fine di comprendere l'apporto solare diretto durante la variazione delle stagioni.

Terreno pianeggiante
 α altezza del sole
 $d = h / \text{tg } \alpha$
 $h/d = \text{tg } \alpha$

Pendio verso nord
 α altezza del sole
 β pendenza del terreno
 $d = h / \text{tg } \alpha - \text{tg } \beta$

Pendio verso sud
 α altezza del sole
 β pendenza del terreno
 $d = h / \text{tg } \alpha + \text{tg } \beta$

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

31/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori biologici

Suolo

Il suolo è molto importante poiché la temperatura dell'aria dipende dallo scambio di calore con il terreno.

I terreni aridi (sabbia e ghiaia) determinano temperature più elevate e minore umidità; terreni umidi (argillosi) determinano temperature basse con contenuti di umidità elevati. La superficie erbosa è in grado di assorbire la radiazione solare estiva e i processi di evaporazione abbassano la temperatura dell'aria.

Ogni materiale presenta uno specifico comportamento rispetto all'assorbimento della radiazione. L'**albedo** è la quota di radiazione solare diretta e diffusa che viene riflessa dal terreno e dagli oggetti circostanti.

Tabella 1. Indice di Riflessione Solare (SRI) per materiale da pavimentazione standard.

| Materiale | Emissività | Riflessione | SRI |
|---|------------|-------------|-----|
| Calcestruzzo classico grigio - nuovo | 0,90 | 0,35 | 35 |
| Calcestruzzo classico grigio - invecchiato* | 0,90 | 0,20 | 19 |
| Calcestruzzo classico bianco - nuovo | 0,90 | 0,70 | 86 |
| Calcestruzzo classico bianco - invecchiato* | 0,90 | 0,40 | 45 |
| Asfalto nuovo | 0,90 | 0,05 | 0 |
| Asfalto invecchiato | 0,90 | 0,10 | 6 |

* Il potere riflettente di una superficie può essere mantenuto attraverso la pulitura. Un tipico lavaggio a pressione dei materiali cementizi può ristabilire il potere riflettente vicino al valore originale. I valori invecchiati sono riferiti a superfici non lavate.

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

32/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori biologici

Suolo

TABELLA 4: EMISSIVITA' ED ALBEDO PER ALCUNI MATERIALI

| materiale | emissività | albedo |
|---------------------------------|------------|-----------|
| marmo grigio, lucido | 0,93 | 0,7 |
| marmo scuro, lucido | 0,93 | 0,35 |
| granito grigio, lucido | 0,42 | 0,2 |
| calcare chiaro, lucido | 0,4 | 0,65 |
| calcare scuro, lucido | 0,4 | 0,5 |
| arenaria chiara, lucida | | 0,38 |
| arenaria rossa, lucida | 0,57 | 0,27 |
| mattoni rossi | 0,93 | 0,26-0,3 |
| mattoni bruno chiaro | 0,93 | 0,45 |
| mattoni smaltati | | 0,74 |
| calcestruzzo liscio | 0,62 | 0,35-0,46 |
| intonaco chiaro | 0,91 | 0,58 |
| intonaco scuro | 0,94 | 0,27 |
| legno, non verniciato | 0,7-0,9 | 0,41 |
| cartone catramato nero | 0,91 | 0,12-0,14 |
| acciaio lucido | 0,13 | 0,53 |
| acciaio zincato | 0,28 | 0,36 |
| alluminio lucido | 0,04-0,06 | 0,74 |
| vernici a olio: blu | 0,81 | 0,36 |
| vernici a olio: verde | 0,81 | 0,39 |
| vernici a olio: ocra giallo oro | 0,81 | 0,56 |
| vernici a olio: ocra rossa | 0,81 | 0,37 |
| vetro da finestra da mm 4,5 | 0,94 | 0,96 |
| vetro da finestra da mm 7 | 0,94 | 0,92 |

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

33/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori biologici

Suolo

L'interazione tra massa di terra e massa d'acqua condiziona il microclima e determina condizioni specifiche.

Quando si ha forte presenza di terra rispetto all'acqua si hanno temperature elevate e maggiori escursioni termiche giornaliere e annuali. Quando è predominante la presenza di acqua le escursioni termiche sono più contenute e le temperature più basse.





a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

34/144

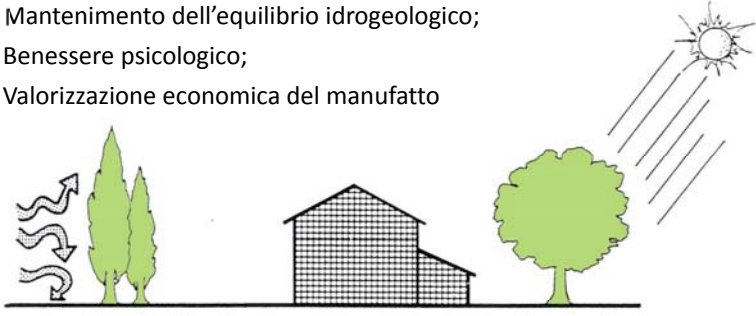
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori biologici

Assetto vegetazionale

Caratteristiche e vantaggi offerti dalla vegetazione:

- Protezione dai raggi solari incidenti;
- Protezione dai venti dominanti;
- Protezione acustica;
- Controllo del clima (temperatura e umidità);
- Capacità depurativa dell'aria
- Mantenimento dell'equilibrio idrogeologico;
- Benessere psicologico;
- Valorizzazione economica del manufatto



Fronte Nord **Fronte Sud**

a>e **Controllo ambientale del progetto**
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

35/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

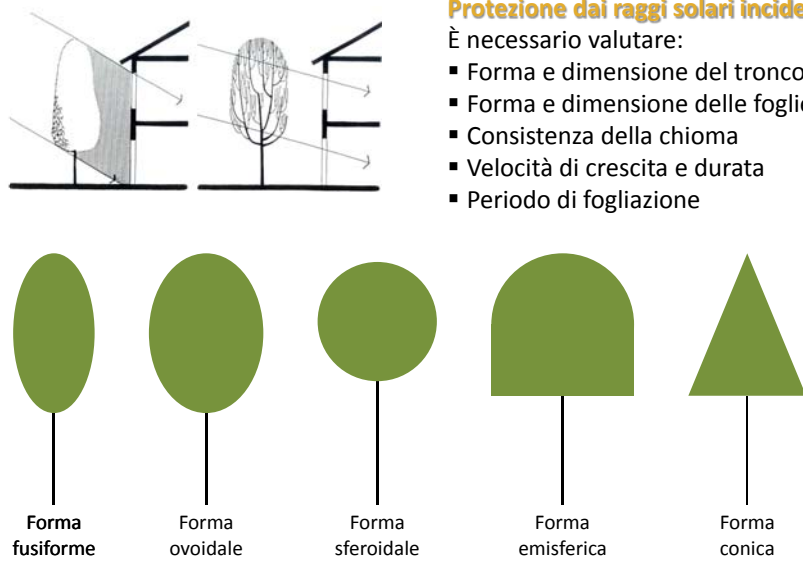
Fattori biologici

Assetto vegetazionale

Protezione dai raggi solari incidenti

È necessario valutare:

- Forma e dimensione del tronco
- Forma e dimensione delle foglie
- Consistenza della chioma
- Velocità di crescita e durata
- Periodo di fogliazione



Forma fusiforme **Forma ovoidale** **Forma sferoidale** **Forma emisferica** **Forma conica**

a>e **Controllo ambientale del progetto**
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

36/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori biologici

Assetto vegetazionale

Protezione dai venti dominanti.

È necessario valutare:

- Altezza e distanza della piantumazione dall'edificio
- Altezza dell'edificio
- Rapidità di crescita
- Livello di permeabilità e di compattezza
- Forma e porosità della chioma
- Tipo di fogliame e tipo di essenza

Poiché alle nostre latitudini i venti da cui è necessario proteggersi sono quelli invernali, per realizzare barriere frangivento non sono efficaci gli alberi a foglia caduca. Tuttavia sono da preferirsi specie latifoglie piuttosto che aghifoglie a meno che non siano molto densi.

a>e Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

37/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Fattori biologici

Assetto vegetazionale

Protezione acustica e attenuazione della pressione sonora.

È necessario valutare:

- Tipo di fogliame (foglia larga, latifolia, ecc.)
- Tipo di essenza (sempreverde o a foglia caduca)
- L'alto fusto è difficilmente adottabile nelle aree urbane

Nelle aree urbane si utilizzano balconi, parapetti e terrazze per creare zone verdi con funzione di protezione acustica

a>e Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

38/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Ambiente e forma degli edifici



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

39/144

Il progetto deve mettere
l'edificio in relazione con
le sollecitazioni ambientali



Alberobello



Milano?
Roma?
Palermo?



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

40/144

L'architettura contemporanea ha spesso dimenticato il rapporto che esiste tra forma, dimensione e contesto climatico, non considerando gli effetti che dal punto di vista termico possono influire sull'organismo edilizio.

Di fatto non esiste una forma ideale dell'edificio, ma essa è influenzata da diversi fattori, quali:

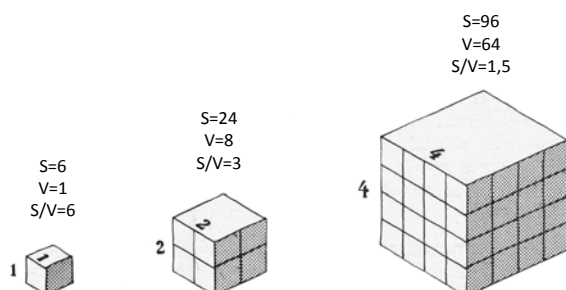
- Fattori ambientali
- Esigenze funzionali
- Esigenze psicologiche
- Esigenze architettoniche
- Fattori economici
- Vincoli legislativi e normativi

Ambiente e forma degli edifici

Tuttavia, è possibile definire una serie di parametri utili alla progettazione di edifici energeticamente efficienti e correttamente inseriti nel contesto ambientale.

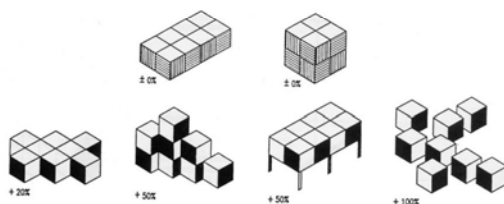
Il primo tra tutti è **la compattezza (S/V)**, definita come **volume riscaldato circoscritto da un involucro disperdente**.

Il rapporto S/V di un edificio energeticamente efficiente deve essere $< 0,6$.



- Per uno stesso volume interno è la forma più compatta che minimizza gli scambi (sfera).
- Per una stessa forma, è il volume maggiore che ha proporzionalmente minori scambi attraverso l'involucro, dato che il volume cresce «al cubo» e la superficie aumenta «al quadrato».

Ambiente e forma degli edifici



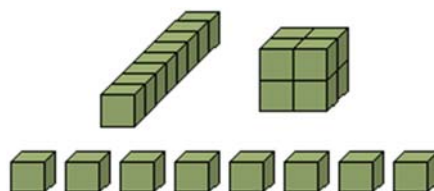
A parità di volume, ciò che varia è la superficie disperdente esterna.

| Edificio piccolo V=1000 m ³ | | Edificio grande V=10.000 m ³ | |
|---|------|--|------|
| S | S/V | S | S/V |
| 600 | 0,6 | 2785 | 0,28 |
| 850 | 0,85 | 3945 | 0,39 |
| 1200 | 1,2 | 5570 | 0,56 |

La compattezza è un aspetto che caratterizza la composizione volumetrica dell'edificio e che indica il grado di concentrazione del suo volume.

A una maggiore compattezza dell'edificio corrisponde una minore superficie d'involucro e una minore possibilità di interscambi energetici con l'esterno.

A un edificio più compatto corrisponde una maggiore stabilità termica.



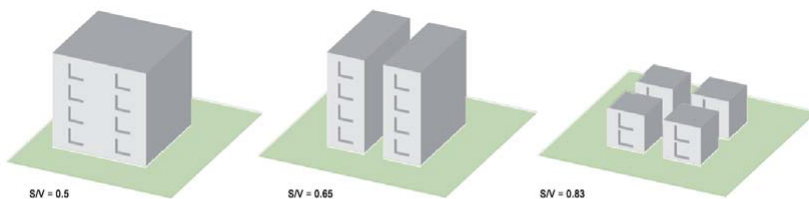
Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.

Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

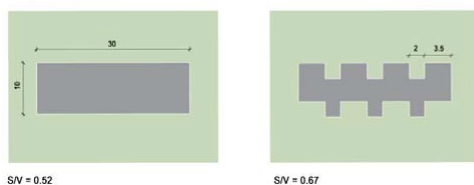
43/144

Ambiente e forma degli edifici

1. FATTORE VOLUME



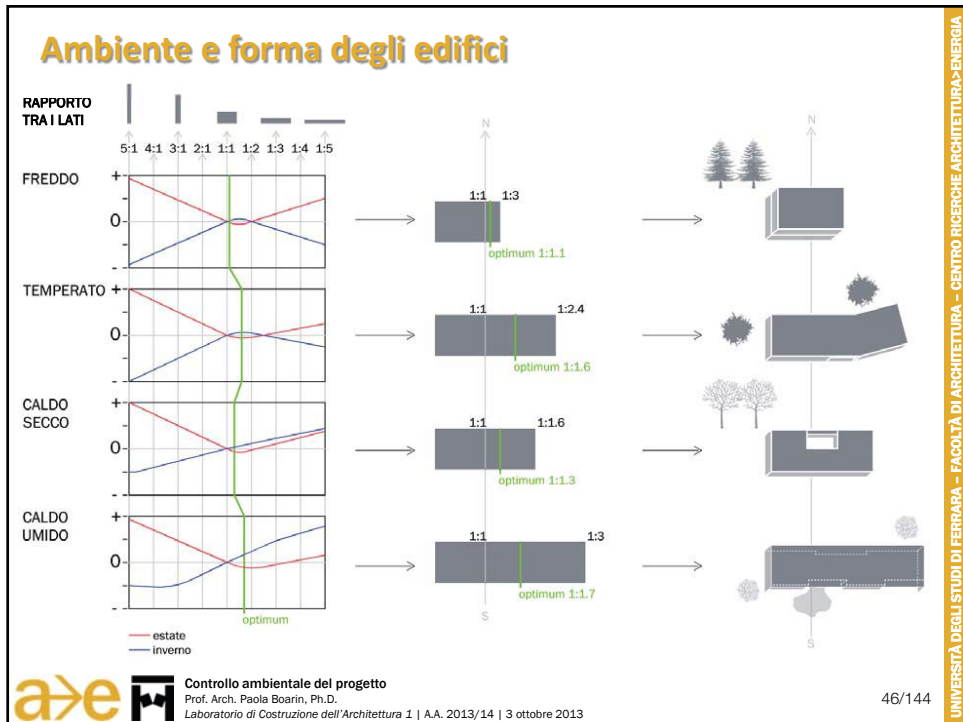
2. FATTORE FORMA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.

Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

44/144

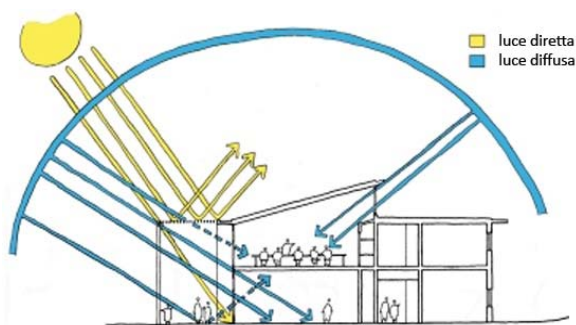


La luce naturale, orientamento e progetto

La luce naturale dovrebbe essere la *fonte primaria di illuminazione degli ambienti indoor* poiché, oltre a garantire il benessere visivo degli occupanti, qualora correttamente progettata, permette di ridurre i consumi energetici dovuti ai dispositivi per l'illuminazione artificiale.

La luce naturale è composta da:

- **Componente diretta**
ovvero la luce che arriva direttamente da sole
- **Componente diffusa**
ovvero la luce che, attraverso lo *scattering* (cambiamento di traiettoria), viene diffusa nella volta celeste
- **Componente riflessa**
ovvero la luce diretta e diffusa che viene riflessa dalle superfici circostanti



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

47/144

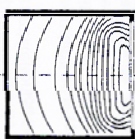
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Rapporto tra luce naturale ed edificio

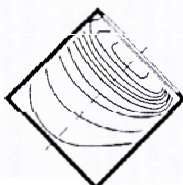
Il primo fattore che influenza la *quantità e la qualità della luce naturale* è l'**orientamento dell'edificio e degli ambienti**, determinabile esclusivamente durante il progetto del fabbricato e non modificabile nelle eventuali fasi di riqualificazione.

Questo parametro influenza, inoltre, la possibilità di godere di guadagni solari gratuiti durante i mesi invernali, ma può causare il surriscaldamento degli ambienti durante i mesi estivi ed è, pertanto, consigliabile prestarvi particolare attenzione.

Orientamento 0°
rispetto al sole



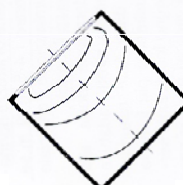
Orientamento 45°
rispetto al sole



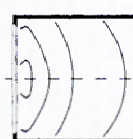
Orientamento 90°
rispetto al sole



Orientamento 135°
rispetto al sole



Orientamento 180°
rispetto al sole



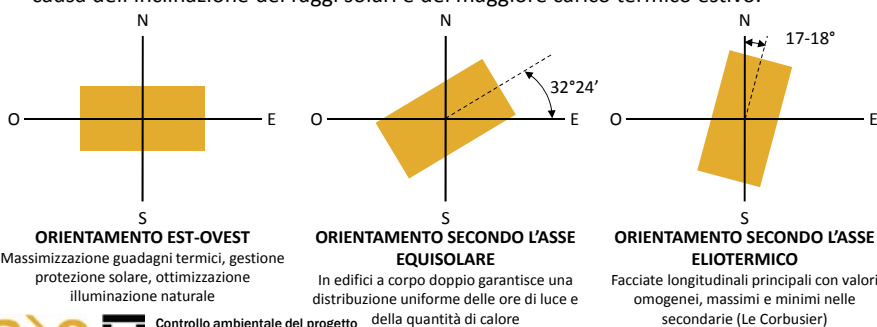
Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

48/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

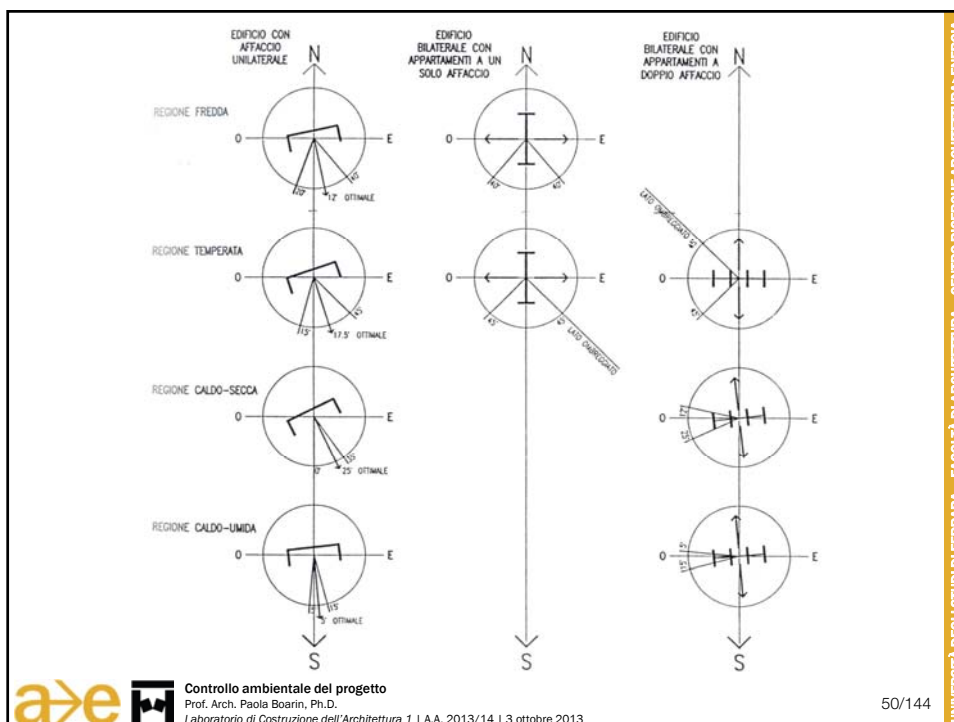
Rapporto tra luce naturale ed edificio

- L'**esposizione verso Sud** è la migliore per edifici di piccole dimensioni, poiché l'eventuale surriscaldamento e sovrailluminamento sono facilmente controllabili attraverso schermature e aggetti.
- Per edifici di grandi dimensioni (in particolare uffici), le **aperture verticali a Nord** offrono importanti vantaggi poiché la luce, anche se meno abbondante, è diffusa in modo più uniforme. In questo caso sarà importante contenere le dispersioni per trasmissione.
- Le **aperture verso Est e Ovest** sono colpite dalla radiazione solare solo per parte della giornata, ma quelle verso Ovest richiedono maggiore accuratezza nella progettazione a causa dell'inclinazione dei raggi solari e del maggiore carico termico estivo.



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

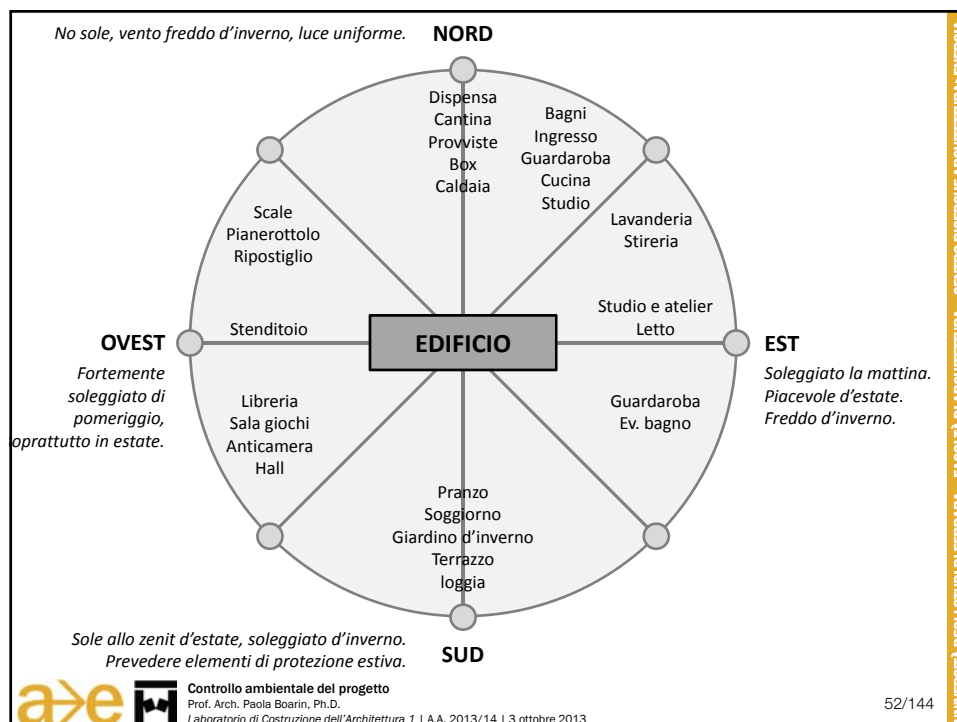
49/144




Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

50/144

- Le superfici esposte a **Sud e Sud-Est** hanno migliore guadagno termico invernale, ma richiedono il controllo del surriscaldamento estivo
- Le superfici orientate a **Est** hanno guadagno termico invernale e non richiedono protezione estiva per evitare il surriscaldamento
- Le superfici orientate a **Ovest** richiedono protezione estiva nelle ore pomeridiane per evitare i fenomeni di surriscaldamento
- Per le superfici orientate a **Nord** è opportuno limitare le superfici vetrate per diminuire la dispersione termica, mantenendo una porzione di apertura tale da favorire la luminosità naturale



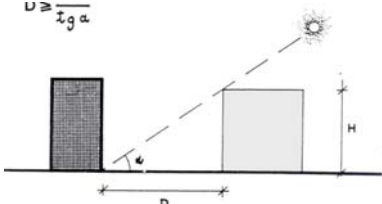
| | N | NE | E | SE | S | SO | O | NO |
|--------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|
| Camera da letto | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| Soggiorno | | | | ● | ● | ● | ● | |
| Pranzo | | | ● | ● | ● | ● | ● | |
| Cucina | | | ● | ● | ● | ● | | |
| Biblioteca | ● | ● | | | | | | ● |
| Lavanderia | ● | ● | | | | | | ● |
| Gioco | | | | ● | ● | ● | ● | |
| Corte per stendere | | | | ● | ● | ● | ● | |
| Bagni | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Ripostiglio | ● | ● | | | | | | ● |
| Garage | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Laboratorio | ● | ● | | | | | | ● |
| Terrazze | | | ● | ● | ● | ● | ● | |
| Veranda | | | | ● | ● | ● | ● | |


Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

53/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Le ombre




$D \geq \frac{H}{\text{tg } \alpha}$

Il calcolo delle ombre portate è un aspetto da valutare accuratamente, assieme a:

- analisi degli ostacoli naturali e artificiali
- caratteristiche morfologiche del terreno
- configurazione e consistenza della vegetazione

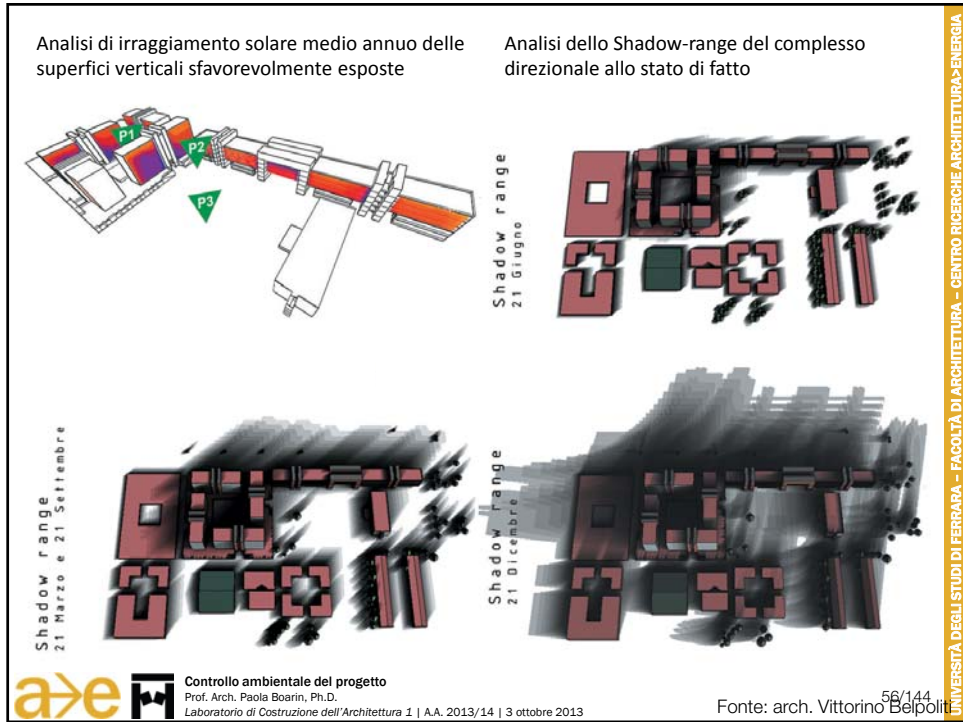
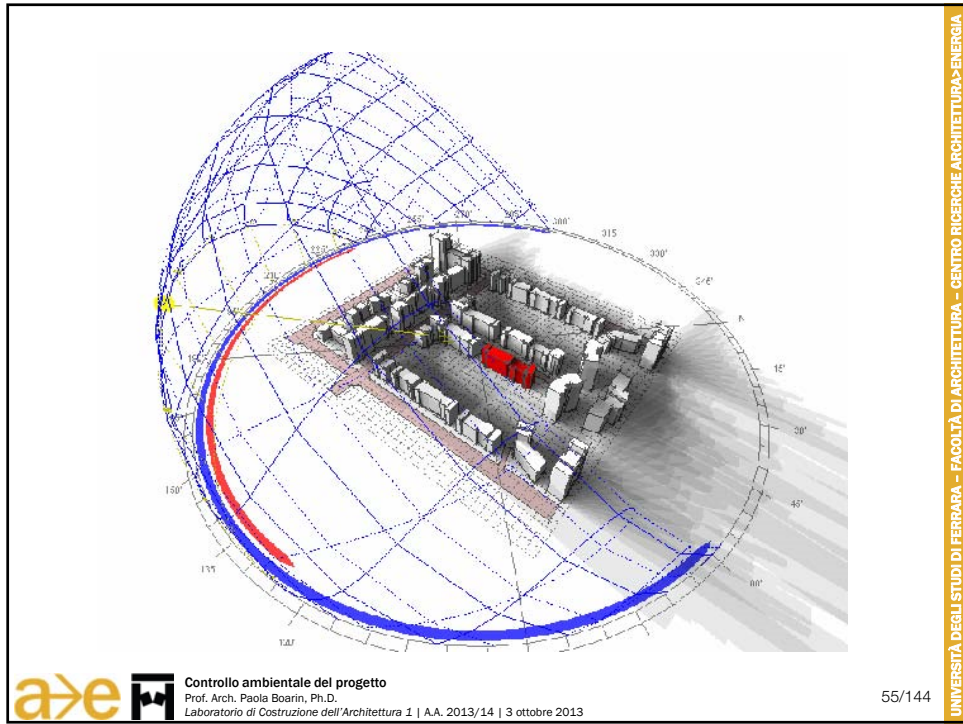
| | SUD | SUD-EST (SUD-OVEST) | EST (OVEST) |
|--------------------------|------------------|------------------------|------------------|
| DALLE ORE 9 ALLE ORE 15 | 42°N D=3,4 H | 42°N D=3,74 H | 42°N D=3,09 H |
| | 44°N D=3,73 H | 44°N D=3,48 H | 44°N D=3,44 H |
| DALLE ORE 10 ALLE ORE 14 | 42°N D=2,62 H | 42°N D=1,97 H | 42°N D=1,34 H |
| | 44°N D=2,74 H | 44°N D=1,48 H | 44°N D=1,42 H |
| DALLE ORE 11 ALLE ORE 13 | 42°N D=2,34 H | 42°N D=1,15 H | 42°N D=0,62 H |
| | 44°N D=2,47 H | 44°N D=0,57 H | 44°N D=0,67 H |

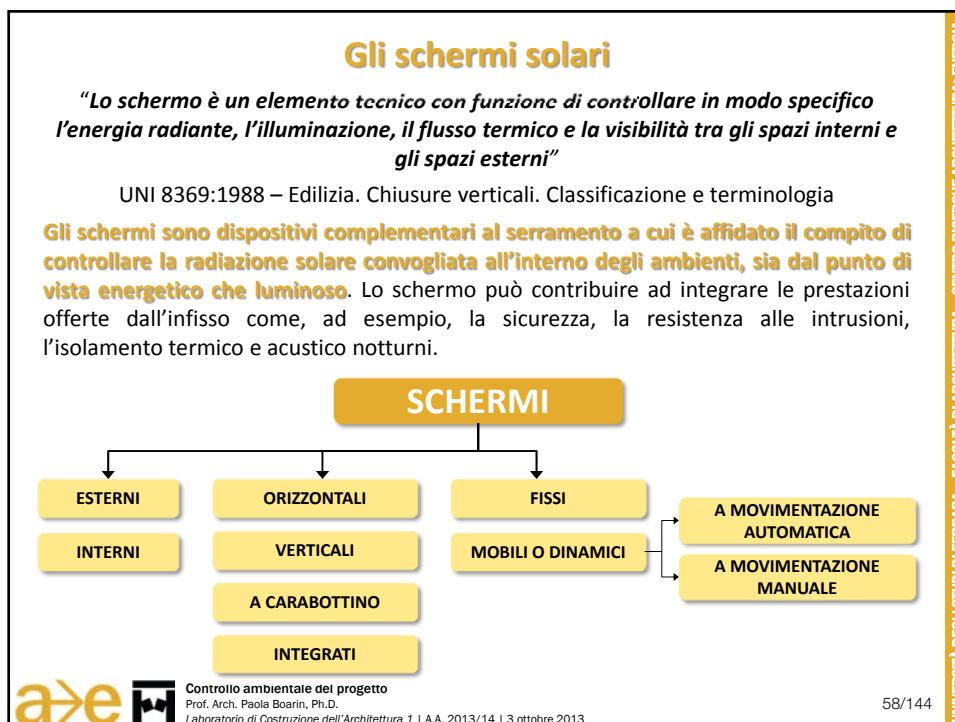
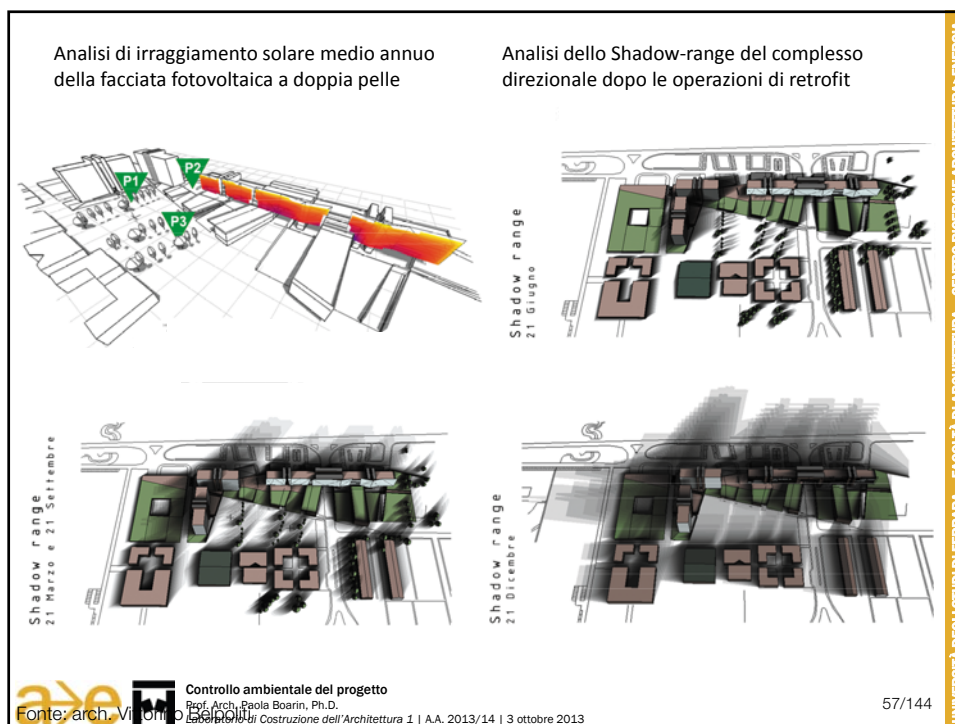
DISTANZA MINIMA PER AVERE EDIFICIO SOLEGGIATO 21 DIC


Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

54/144

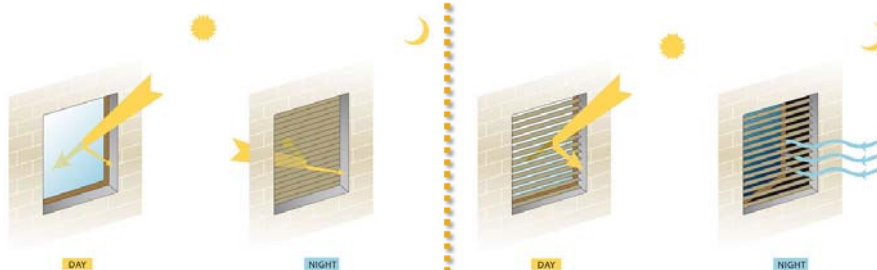
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA





Gli schermi solari

Se opportunamente progettate, le schermature sono in grado di controllare la penetrazione della radiazione luminosa (luce e calore) durante tutto l'anno.



Comportamento invernale

Durante il giorno devono rimanere sollevate per lasciar entrare la radiazione solare (guadagni diretti).

Durante la notte devono essere completamente chiuse per non lasciar uscire il calore (perdite per trasmissione)

Comportamento estivo

Durante il giorno contribuiscono al controllo del surriscaldamento.

Durante la notte sono permeabili alle brezze e permettono la ventilazione naturale degli ambienti (raffrescamento notturno)

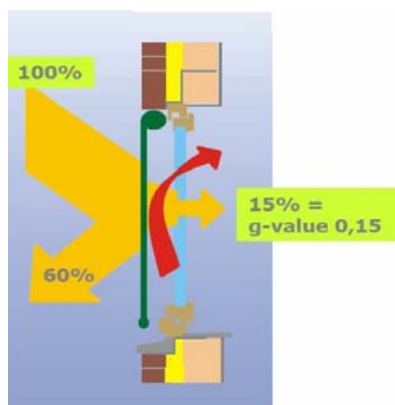


Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

59/144

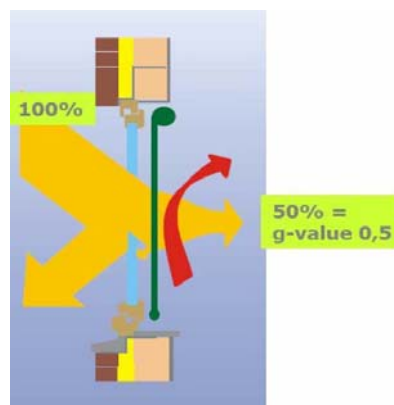
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Schermi esterni VS schermi interni



Schermo esterno

Bloccano la radiazione solare prima che essa penetri all'interno dell'edificio.
Hanno una forte valenza architettonica (in particolare i frangisole)



Schermo interno

Riflettono e diffondono la radiazione solare verso l'esterno, assorbendone una quota spesso significativa, con conseguente rilascio di calore verso l'interno. Sono efficaci per prevenire l'abbagliamento.



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

60/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Gli schermi solari

Facciate con differente orientamento necessitano di schermature diversificate:

- **SUD: schermatura orizzontale**
- **EST E OVEST: schermatura verticale o a carabottino**

| | ORIZZONTALE | VERTICALE | A CARABOTTINO |
|---|---------------------|------------------|--------------------|
| TIPI DI SCHERMATURE | | | |
| PARTI DELLA VOLTA CELESTE OSTRUITE DALLE SCHERMATURE | | | |
| MASCHERA DI OMBREGGIAMENTO (proiezione della parte ostruita della volta celeste) | | | |
| | Maschera segmentale | Maschera radiale | Maschera composita |

Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

61/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Requisiti degli schermi solari

- Deve essere ubicata **esternamente all'apertura** da schermare (e non internamente)
- I materiali di cui è costituita devono avere un **bassa capacità termica**, in modo da consentirne un rapido raffreddamento
- Devono **evitare riflessioni indesiderate** su altre parti dell'edificio e attraverso le chiusure trasparenti
- Devono **consentire l'aerazione** della zona sottostante in modo da evitare l'accumulo di aria calda

Le **soluzioni costruttive più frequenti** sono:

- Frangisole a lamelle metalliche
- Frangisole a lamelle di legno
- Tende o piccole tensostrutture
- Aggetti in conglomerato cementizio (logge, balconi)
- Vegetali (pergole o rampicanti verticali)

Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

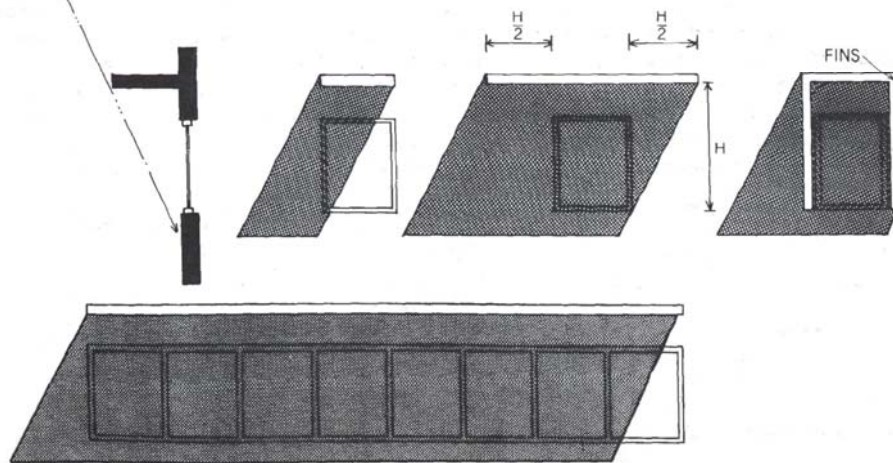
62/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Gli schermi solari orizzontali (strutture a sbalzo)



Se l'aggetto è della medesima larghezza della finestra che deve schermare, non si verifica un totale ombreggiamento nel momento in cui il sole è a Sud-Est e Sud-Ovest. È dunque consigliabile ampliare l'estensione laterale degli aggetti.



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

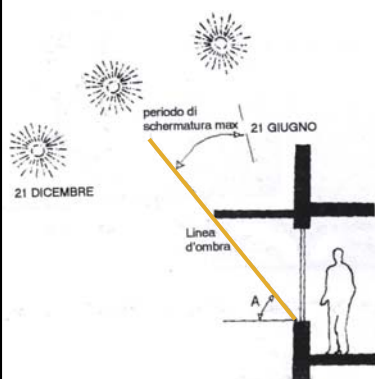
63/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Progetto di schermi per infissi esposti a sud

In fase di progettazione, il primo passo è scegliere se adottare un dispositivo fisso o mobile considerando che:

- se la priorità è l'ombreggiamento (e meno il guadagno termico) è preferibile uno schermo fisso, ad esempio un aggetto
- se è necessario garantire sia l'ombreggiamento che il guadagno termico, è preferibile adottare un sistema mobile



Variazione dell'angolo di incidenza della radiazione solare tra il periodo estivo e quello invernale: se l'aggetto fosse dimensionato rispetto all'angolo estivo riuscirebbe a schermare la finestra solo per quel giorno dell'anno in cui i raggi solari hanno altezza massima (21 giugno).

Per un corretto dimensionamento ci si basa sulla **retta di piena insolazione**, definita dall'angolo A e tracciata dal davanzale della finestra.

Il valore di A (altezza solare) è tabellato in funzione della regione climatica di appartenenza e della latitudine e del periodo dell'anno.



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

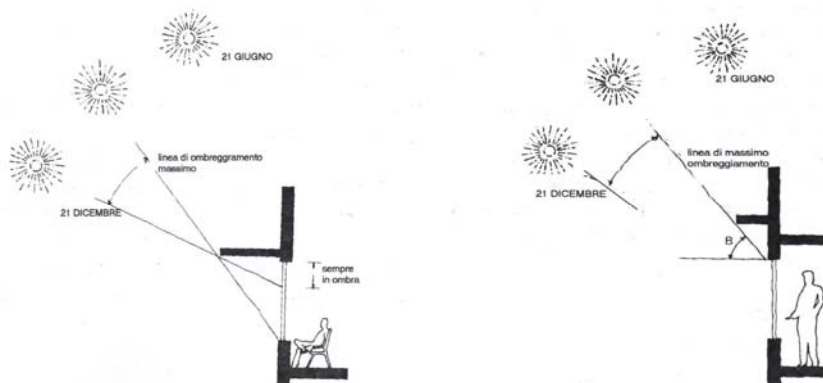
64/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Progetto di schermi per infissi esposti a sud

Un oggetto dimensionato in base alla retta di piena insolazione riuscirà a bloccare la radiazione solare diretta, consentendo una piena e libera visione dell'esterno e del cielo.

Quando l'altezza del sole è più bassa rispetto alla retta di piena insolazione, come accade in inverno, in autunno inoltrato e in primavera, la finestra riceve gradualmente la radiazione solare. Tuttavia, la parte superiore del serramento risulta schermata, riducendo il guadagno termico.



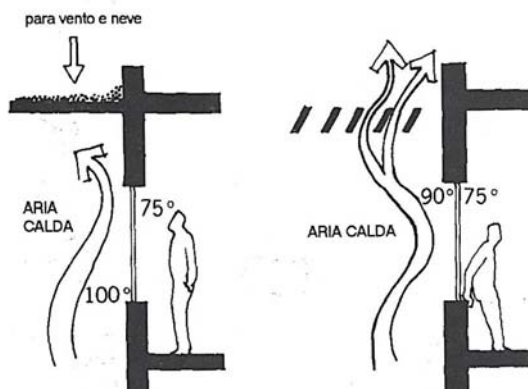
Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

65/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Progetto di schermi per infissi esposti a sud

Un unico oggetto orizzontale può essere sostituito da una **serie di elementi schermanti inclinati** la cui dimensione e la cui distanza saranno determinati in modo tale da impedire il passaggio della radiazione solare diretta. In questo modo si riduce sia il carico strutturale, sia il sovraccarico accidentale, lasciando permeabilità al vento e alla neve. In estate, la presenza di un elemento permeabile permette lo smaltimento dell'aria calda che si accumula nelle immediate vicinanze dell'edificio.



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

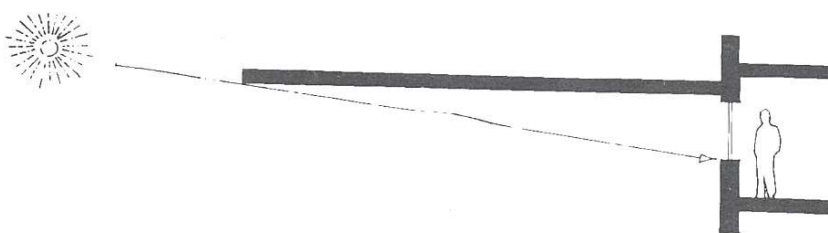
66/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Gli schermi solari verticali

Le schermature con elementi verticali sono impiegate generalmente per i **fronti est e ovest**, sui quali la radiazione solare incide con un'altezza inferiore rispetto all'orizzonte (mattino e pomeriggio). In questi fronti non è possibile schermare efficacemente la radiazione solare attraverso dispositivi fissi, quali gli aggetti.

L'effetto di schermatura può essere ottenuto anche mediante **elementi inclinati** rispetto al fronte dell'edificio, con **elementi mobili** (orientabili secondo le diverse ore del giorno) e mediante la **combinazione di elementi orizzontali e verticali**.



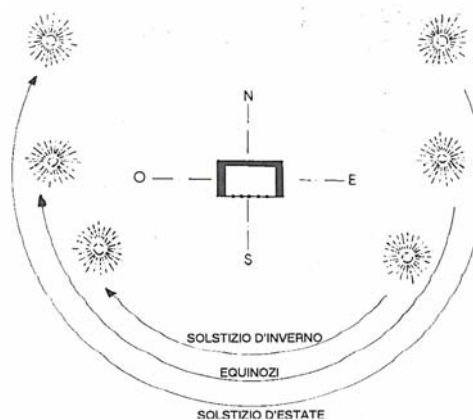
Progetto di schermi per infissi esposti a est e ovest

Poiché il contributo di guadagno diretto invernale dei fronti est e ovest non è sostanziale, il progetto degli schermi può basarsi esclusivamente sulle necessità estive.

Per avere maggiore schermatura delle pareti est e ovest ci si può avvalere degli **schermi verticali**. A parte il periodo invernale, dalla primavera all'autunno, le superfici est e ovest sono irraggiate in modo diretto e, dunque, devono essere protette.

Per minimizzare questa radiazione è necessario valutare l'inclinazione degli schermi: ciò si può ottenere **diminuendo lo spazio tra gli elementi, la dimensione e la profondità**.

Per raggiungere migliori prestazioni gli elementi dovrebbero essere talmente vicini tra loro e così inclinati da rendere impossibile la visione verso l'esterno.

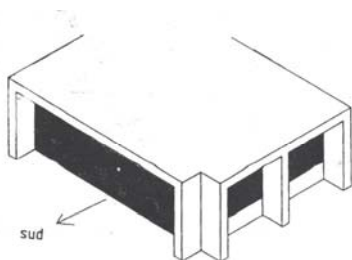


Progetto di schermi per infissi esposti a est e ovest

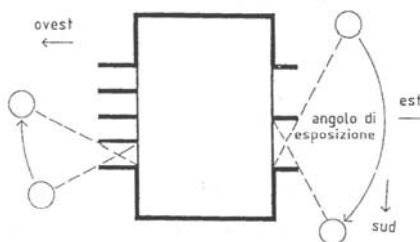
Una migliore soluzione sarebbe utilizzare schermi verticali inclinati verso nord e disegnati in modo tale da bloccare completamente la radiazione solare diretta; ciò comporterebbe una notevole riduzione della visione esterna, se non si prevede l'utilizzo di schermi mobili.

Se agli schermi orizzontali è permessa la rotazione seguendo il percorso solare durante l'arco della giornata sarà più probabile una migliore intercettazione della radiazione diretta prima che essa incida sui carichi termici, mantenendo al tempo stesso una visuale più libera.

AGGETTO ORIZZONTALE A SUD, AGGETTO ORIZZONTALE E VERTICALE A EST



SCHEMA DI AGGETTO VERTICALE PERPENDICOLARE AL FRONTE

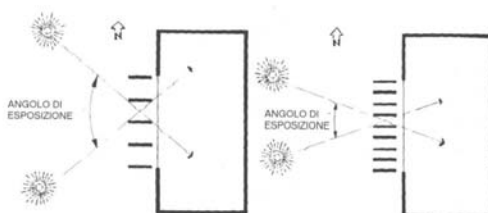


Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

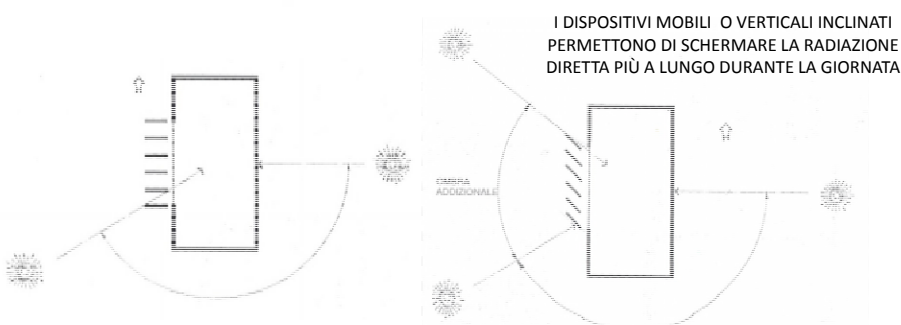
69/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Progetto di schermi per infissi esposti a est e ovest



RIDUZIONE DELL'ANGOLO DI ESPOSIZIONE
RELATIVA ALL'AVVICINAMENTO DEGLI
ELEMENTI SCHERMANTI



I DISPOSITIVI MOBILI O VERTICALI INCLINATI
PERMETTONO DI SCHERMARE LA RADIAZIONE
DIRETTA PIÙ A LUNGO DURANTE LA GIORNATA



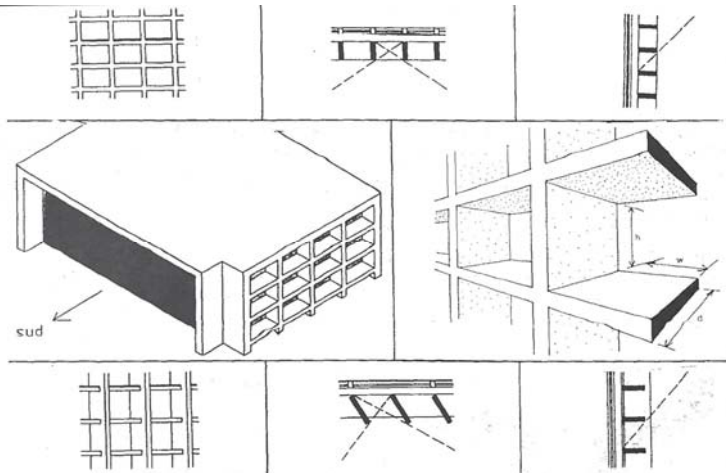
Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

70/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Progetto di schermi per infissi esposti a est e ovest

I dispositivi fissi posti perpendicolarmente tra loro (a "carabottino") sono i più adatti alla protezione delle superfici est e ovest in climi molto caldi. Il sistema è particolarmente efficace poiché permette il controllo dei raggi solari sia nelle diverse ore del giorno che nelle diverse stagioni, ma riduce notevolmente la visione verso l'esterno.



Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

71/144

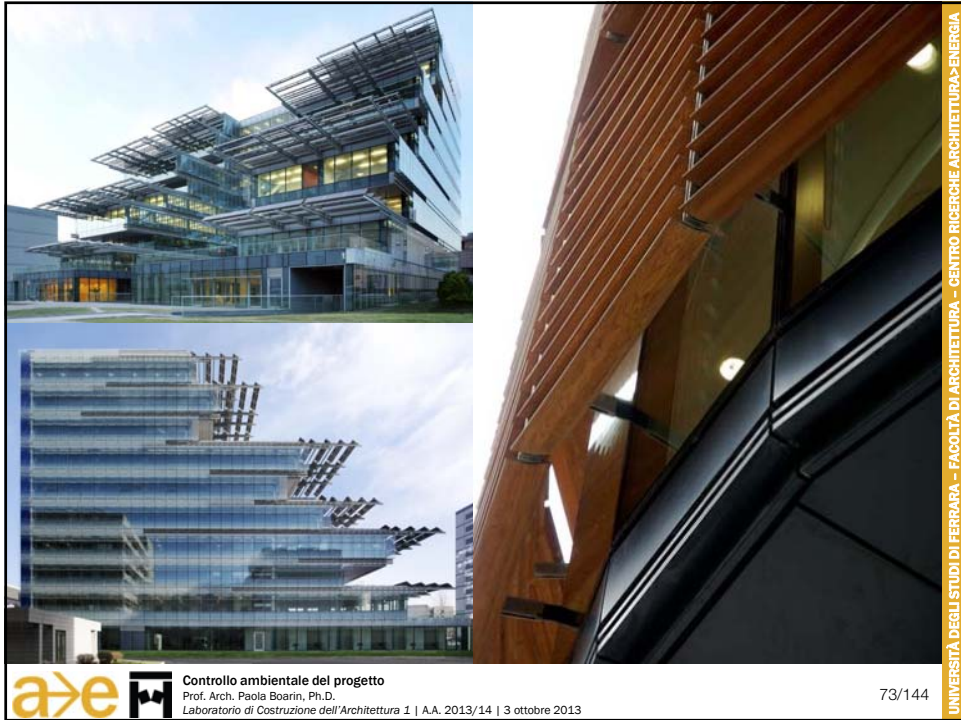
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

72/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Gli schermi solari vegetali

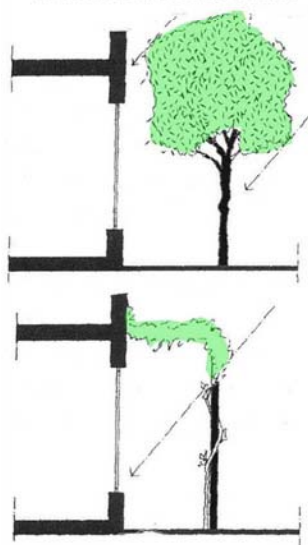
Le schermature vegetali consistono nell'**uso di alberi o piante rampicanti per controllare il soleggiamento estivo su un edificio.**

Si può intervenire in due modi:

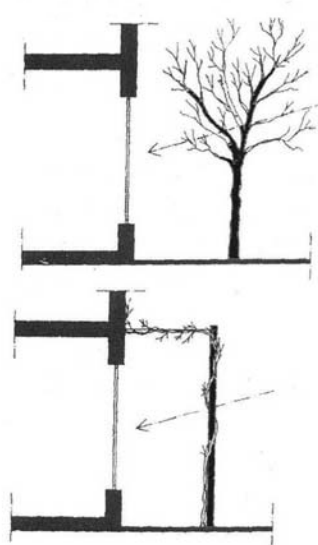
- **Piantumando alberi a foglie caduche nei pressi dell'edificio.** In questo modo la facciata vicina agli alberi sarà ombreggiata in estate, quando gli alberi hanno le foglie, e soleggiata in inverno, quando gli alberi le perdono.
- **Piantumando uno o più rampicanti, in modo che si aggrappino direttamente alla facciata o ad una struttura leggera** di cavi incrociati che può essere realizzata in orizzontale partendo dalla facciata, o in verticale a pochi cm di distanza dalla facciata. Il funzionamento estivo e invernale è lo stesso che per gli alberi: deve essere scelto un tipo di rampicante che perda le foglie in inverno, in modo da ombreggiare in estate e consentire il soleggiamento in inverno. Questo tipo di schermatura ha anche il vantaggio di influire positivamente sul microclima intorno all'edificio così come avviene per i tetti verdi.

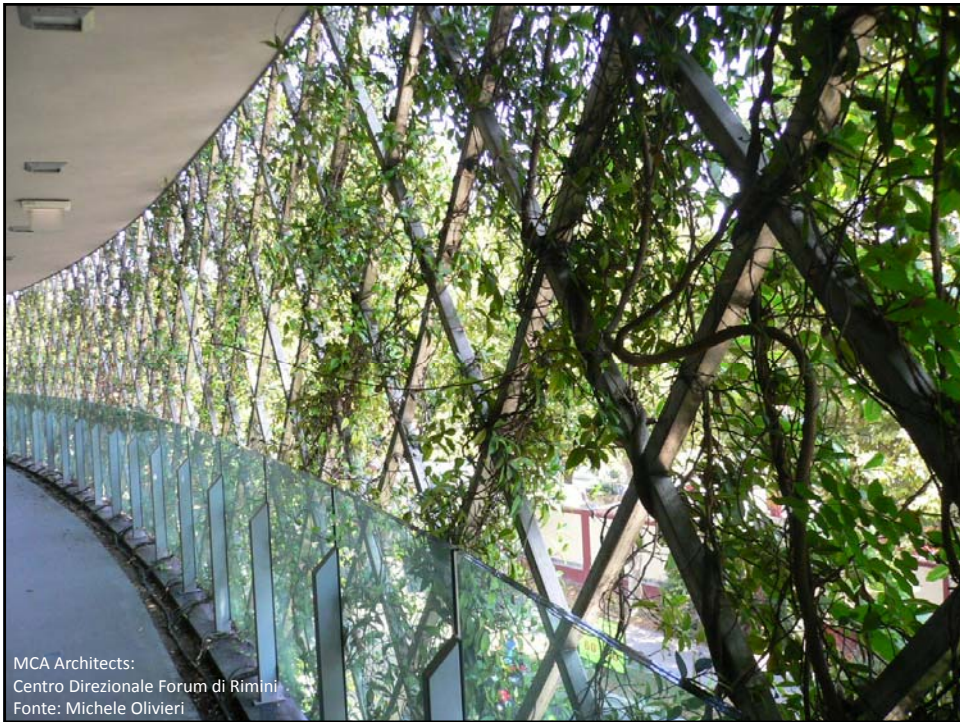
Gli schermi solari vegetali

CONFIGURAZIONE ESTIVA



CONFIGURAZIONE INVERNALE





MCA Architects:
Centro Direzionale Forum di Rimini
Fonte: Michele Olivieri



MCA Architects: Centro Direzionale Forum di Rimini
Fonte: Michele Olivieri

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - E

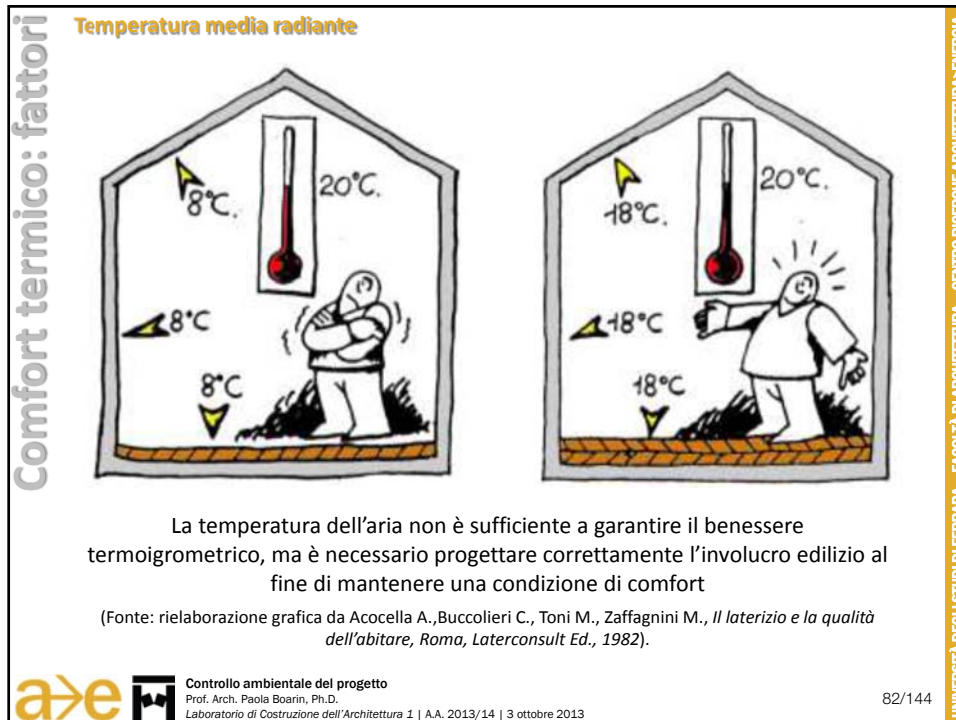
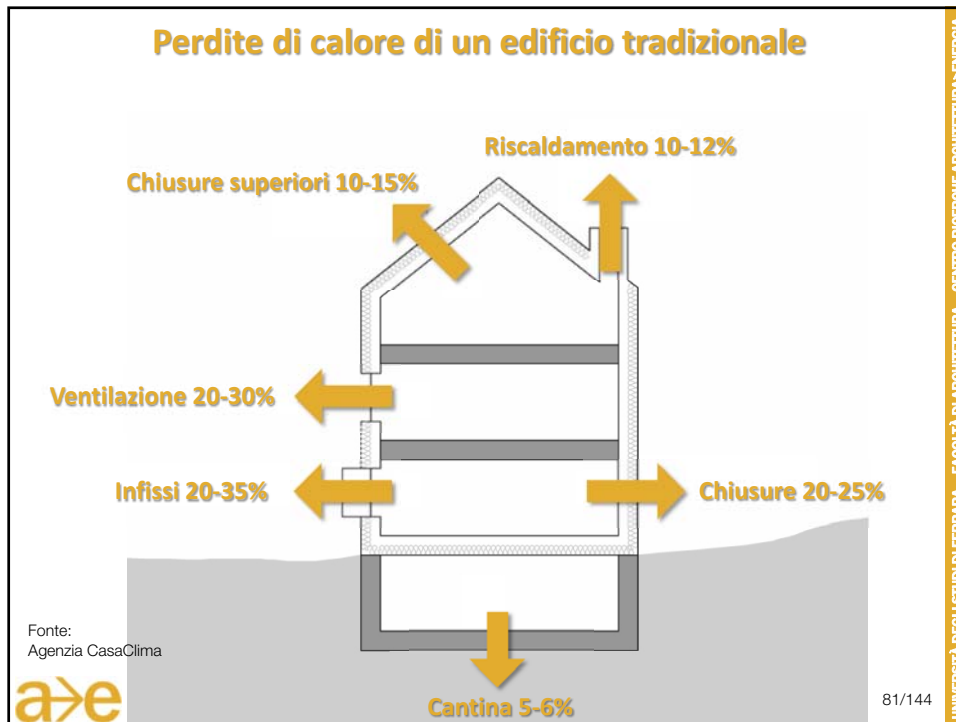
Protezione dal freddo

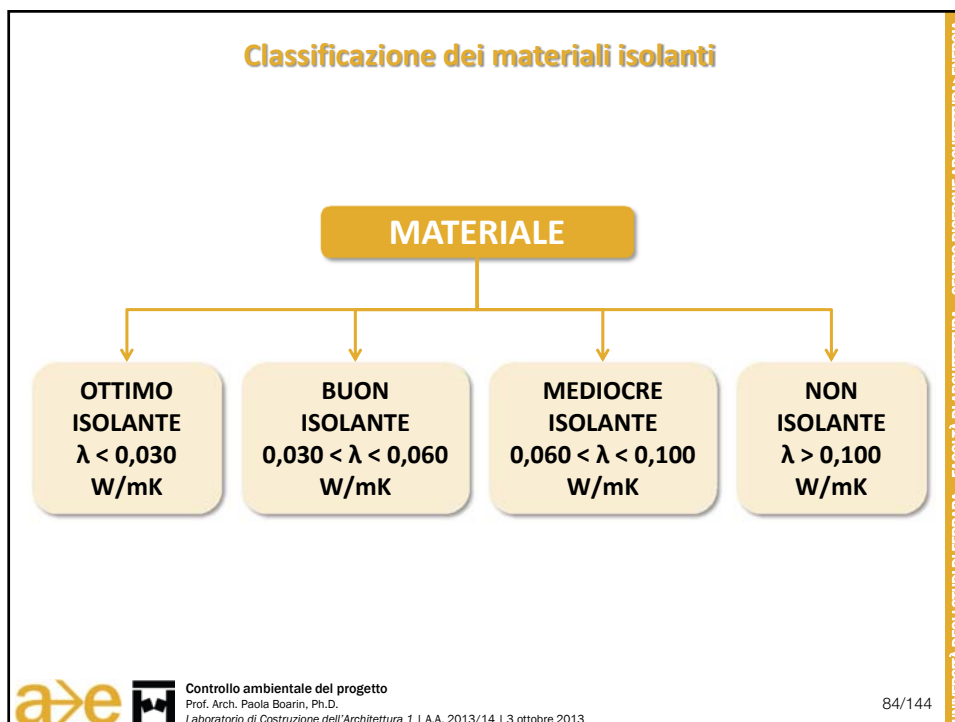
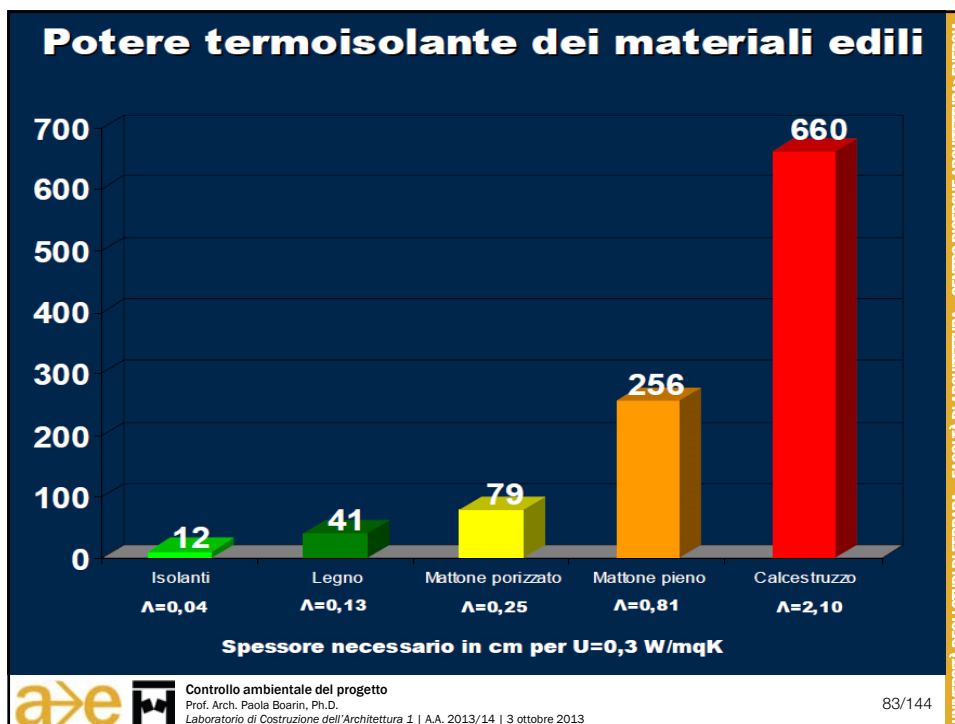


Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

80/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA







Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

85/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

86/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Isolamento dell'involucro

L'involucro opaco | Localizzazione del layer isolante

The diagrams illustrate three methods of insulation placement in an opaque envelope. Each diagram shows a cross-section with 'I' for internal space and 'E' for external space. A black line represents the temperature profile, and a yellow shaded area represents the insulation layer.

- Isolamento esterno:** The insulation layer is on the exterior side. The temperature profile shows a sharp drop at the exterior surface, followed by a gradual decrease through the structure, and a sharp rise at the interior surface.
- Isolamento interno:** The insulation layer is on the interior side. The temperature profile shows a sharp drop at the interior surface, followed by a gradual decrease through the structure, and a sharp rise at the exterior surface.
- Isolamento in intercapedine:** The insulation layer is in the middle of the envelope. The temperature profile shows a sharp drop at the interior surface, a gradual decrease through the insulation, a sharp rise at the exterior surface, and a gradual decrease through the structure.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

87/144

Isolamento dell'involucro

Involucro trasparente

The diagrams illustrate three solutions for thermal bridges in a transparent envelope. Each diagram shows a cross-section of a window or door frame with 'I' for internal space and 'E' for external space. A yellow shaded area represents the insulation layer.

- Ponte termico non accettabile:** The insulation layer is not continuous, creating a thermal bridge through the frame. Yellow arrows indicate heat loss through the bridge.
- Soluzione ottimale, ma complessa:** The insulation layer is continuous and follows the frame, but the frame itself is complex and protrudes from the envelope.
- Soluzione ammissibile:** The insulation layer is continuous and follows the frame, but the frame is integrated into the envelope structure.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

88/144

Protezione dal caldo

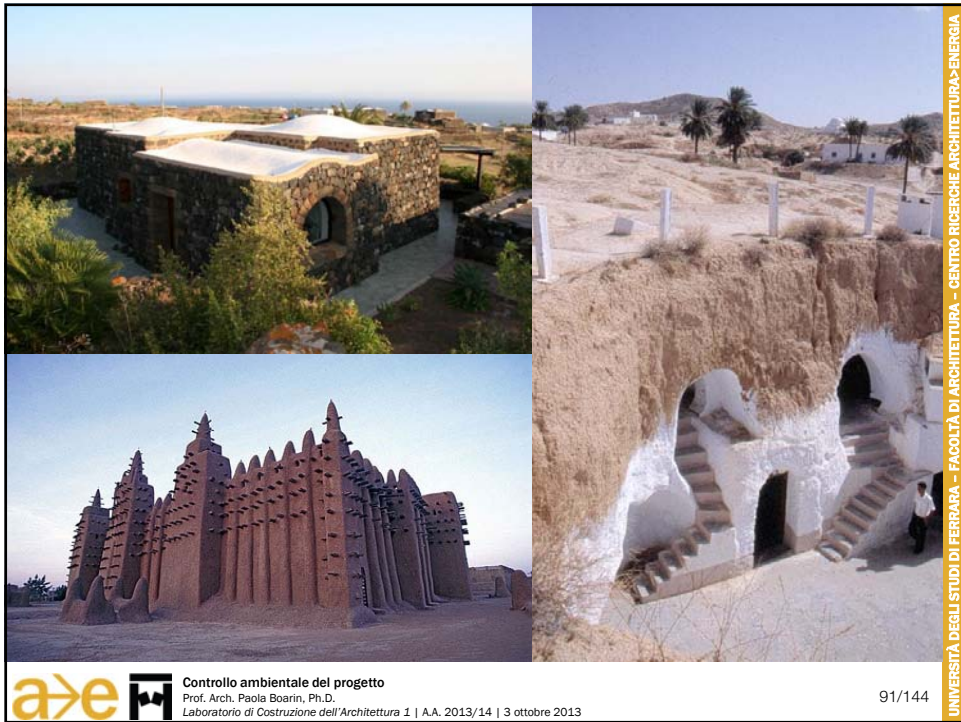
Capacità termica (=mxc)

L'influenza della capacità di accumulo termico di una parete sul comfort ambientale può essere messo in evidenza da un esempio.

Nelle costruzioni antiche i materiali pieni, pesanti, presentano una grande capacità di accumulo, i muri si riscaldano lentamente dopo, che si è acceso l'impianto, fino a raggiungere la temperatura di comfort ambientale. D'altra parte, una volta spento l'impianto, i muri si raffreddano altrettanto lentamente restituendo il calore, prima accumulato, all'ambiente.

Al contrario, con pareti leggere, molto isolate, è possibile raggiungere più velocemente la temperatura voluta, ma altrettanto rapidamente si ottiene il ritorno a temperature basse una volta spento il riscaldamento.





Pareti ventilate a paramento opaco

La **facciata ventilata** è una struttura posata a secco, realizzata per rivestire una superficie verticale esterna. È caratterizzata da:

- uno **strato termoisolante** di spessore opportuno
- un' **intercapedine d'aria** soggetta a circolazione naturale per effetto del moto convettivo
- **aperture disposte alla base e alla sommità** della facciata che permettono il moto convettivo dell'aria
- uno **strato di rivestimento esterno**

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

93/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Funzionamento

Pareti ventilate a paramento opaco

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

94/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



L'intercapedine

La lama d'aria presente tra il rivestimento e il supporto edilizio (o la coibentazione termica ove presente) ha il fine di **facilitare l'evacuazione dell'acqua meteorica o da condensazione**. Così facendo si mantengono asciutti sia le chiusure perimetrali, sia i pannelli di materiale coibente, garantendo nel tempo le prestazioni e la conservazione del manufatto edilizio. I moti convettivi nell'intercapedine possono ridurre il potere isolante dello strato coibente, ma **la lama d'aria protegge i materiali dallo stress termico dovuto ai cicli estate-inverno** poiché il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria e non alle strutture retrostanti.

Schermo all'acqua meteorica

Sia nel caso di rivestimento con lastre posate a giunto chiuso (nessuna penetrazione dell'acqua nell'intercapedine), sia in presenza di facciate realizzate con lastre a giunto aperto (l'acqua che arriva a toccare il coibente è stimata nell'1% del totale), **la facciata ventilata garantisce il ruscellamento dell'acqua meteorica evitando il contatto con il supporto edilizio retrostante**.

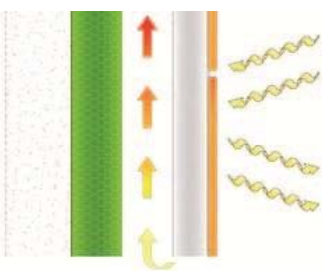




Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

95/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

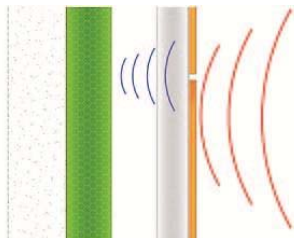



Schermo ai raggi solari e isolamento termico

Il rivestimento riduce per riflessione gli effetti dell'irraggiamento estivo, mentre l'aria presente nell'intercapedine partecipa all'**azione isolante** grazie al suo ridotto coefficiente di trasmissione del calore. Si ottengono pertanto un maggiore sfasamento e riduzione d'ampiezza dell'onda di calore, in condizioni estive e l'aumento del tempo di raffreddamento della parete in condizioni invernali.

Schermo al rumore

La facciata ventilata favorisce un **maggior assorbimento del rumore** poiché è costituita da più strati con caratteristiche fisiche diverse in grado di non vibrare contemporaneamente, realizzando inoltre un paramento continuo in grado di ostacolare la creazione di ponti acustici. Una corretta scelta dei materiali di rivestimento e di coibentazione assieme alla progettazione a regola d'arte del tamponamento di chiusura possono pertanto conferire al fabbricato un elevato isolamento acustico oltre che termico.





Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

96/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Pareti ventilate a paramento opaco

Bancale

Apertura per ventilazione

Fonte: Trespa

| | |
|------|--|
| 1 | Pannello Trespa Meteon |
| 2.1 | Vite omologata con testa verniciata |
| 4.3 | Ancoraggio murale |
| 4.10 | Listone verticale in legno |
| 4.50 | Guarnizione in EPDM |
| 5 | Parete portante |
| 6 | Isolamento termico |
| 7 | Camera di ventilazione |
| 9.1 | Avanzata della finestra |
| 9.2 | Stipite della finestra |
| 9.4 | Guarnizione anti-vento (seguire le indicazioni del produttore) |

| | |
|---|--|
| a | Spessore pannello (6, 8, 10 y 13 mm) |
| b | Larghezza fuga min. 10 mm |
| c | min. 20 mm, max. 10x spessore pannello |
| e | Apertura ventilazione min. 20 mm |
| f | Isolamento termico (spessore) |
| g | Distanza min. 5 mm |

Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

97/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Pareti ventilate a paramento opaco

Architrave

Apertura per ventilazione

Fonte: Trespa

| | |
|-----|--|
| 1 | Pannello Trespa Meteon |
| 2.4 | Sistema d'incollaggio |
| 2.5 | Vite automaschiante Epot PTS 60 |
| 4.1 | Aggraffatura a muro |
| 4.2 | Isolante termico |
| 4.3 | Ancoraggio murale |
| 4.4 | Profilo verticale |
| 4.5 | Rivello in alluminio |
| 4.6 | Profilo orizzontale |
| 4.7 | Graffetta (regolabile) |
| 5 | Parete portante |
| 6 | Isolamento termico |
| 7 | Camera di ventilazione |
| 9.2 | Stipite della finestra |
| 9.3 | Architrave della finestra |
| 9.4 | Guarnizione anti-vento (seguire le indicazioni del produttore) |

| | |
|---|--|
| a | Spessore pannello (10 y 13 mm) |
| b | Larghezza fuga min. 10 mm |
| c | min. 20 mm, max. 10x spessore pannello |
| d | Strato profilo orizzontale |
| f | Isolamento termico (spessore) |
| g | Distanza min. 5 mm |

Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

98/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Pareti ventilate a paramento opaco

Nodo superiore

Apertura per ventilazione

Fonte: Trespa

| | |
|-----|---------------------------------|
| 1 | Pannello Trespa Meteoron |
| 2.5 | Vite automaschiante Ejet PTS 60 |
| 4.1 | Aggraffatura a muro |
| 4.2 | Isolante termico |
| 4.3 | Ancoraggio murale |
| 4.4 | Profilo verticale |
| 4.5 | Rivetto in alluminio |
| 4.6 | Profilo orizzontale |
| 4.7 | Graffietta (adjustable) |
| 5 | Parete portante |
| 6 | Isolamento termico |
| 7 | Camera di ventilazione |
| 10 | Cordolo del tetto piano |

| | |
|---|--|
| a | Spessore pannello (10 y 13 mm) |
| b | Larghezza fuga min. 10 mm |
| c | min. 20 mm, max. 10x spessore pannello |
| d | Strato profilo orizzontale |
| f | Isolamento termico (spessore) |
| g | Distanza min. 5 mm |

Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

99/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Pareti ventilate a paramento opaco

I materiali di rivestimento

- tegole in materiale ceramico
- kalzip sp. 1,2 mm
- tegole rastremate in legno "western red cedar" sp. 11 mm
- cempanel sp. 15 mm: pannelli in fibrocemento con trattamento primer e strato di finitura, posati in opera secondo pattern geometrico e provvisto di agganci con fughe in poliuretano
- eternit opticolor: lastre ondulate in fibrocemento sp. 6,5 mm

Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013


100/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

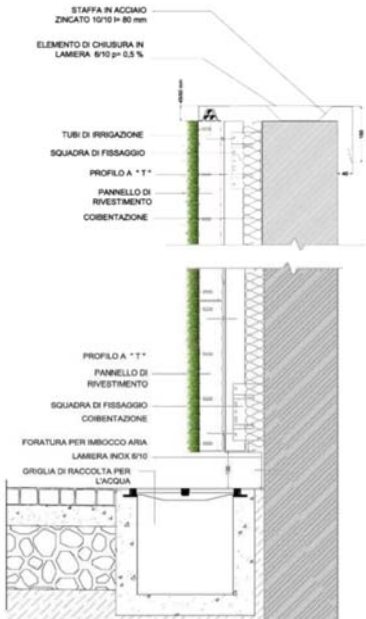


Pareti ventilate a paramento opaco

Pareti verdi ventilate




Modulo brevettato dall'azienda Tecology srl per la costruzione di facciate verdi a superficie continua (fotografia ed illustrazioni di Tecology srl)



103/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

a>e  **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013



Allestimento di una parete di studio presso il vivaio Pacini di Pisa al fine di misurare l'efficacia energetica in regime estivo (fotografie di Michele Olivieri)

104/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

a>e  **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

Inerzia termica nelle coperture – verde estensivo

SHALLOW ASSEMBLY DIAGRAM

- 1 Growth media
- 2 Moisture-retention mat
- 3 Drainage board
- 4 Protection fabric
- 5 Membrane (adhered)
- 6 DensDeck
- 7 Approved insulation
- 8 Substrate



Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

105/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA – FACOLTÀ DI ARCHITETTURA – CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Inerzia termica nelle coperture – verde intensivo



DEEP ASSEMBLY DIAGRAM

- 1 Growth media
- 2 Protection fabric
- 3 Drainage gravel
- 4 Protection fabric
- 5 Root barrier
- 6 Extruded polystyrene
- 7 Membrane (adhered)
- 8 DensDeck
- 9 Approved insulation
- 10 Substrate



Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

106/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA – FACOLTÀ DI ARCHITETTURA – CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

Esempi progettuali

Scuola per l'infanzia

Localizzazione | Ponticelli, Imola (BO)

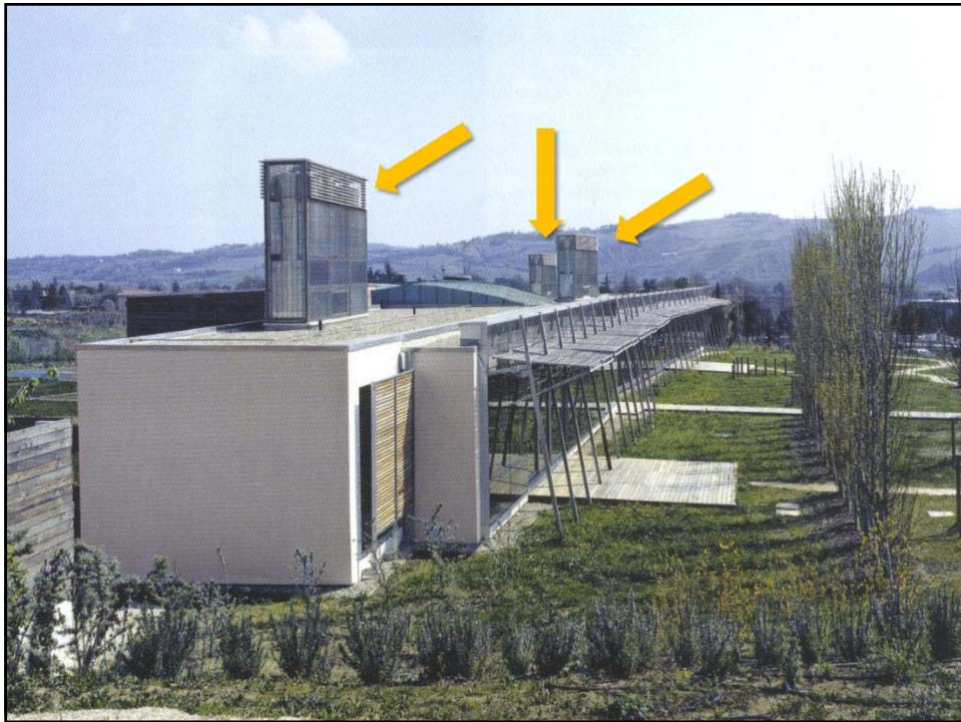
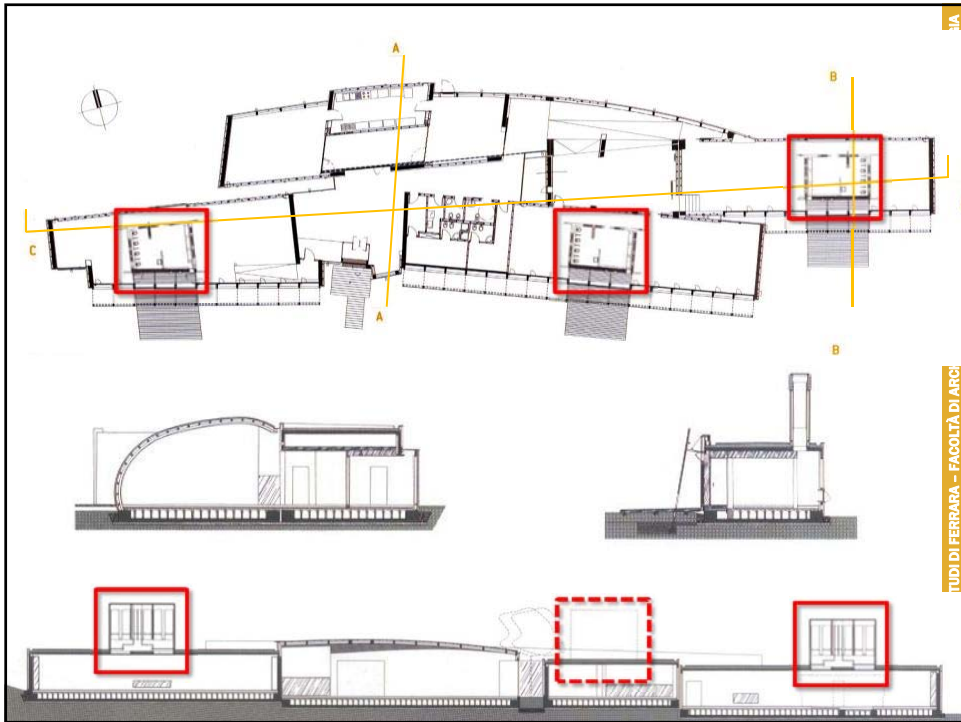
Progetto architettonico | Alessandro Contavalli

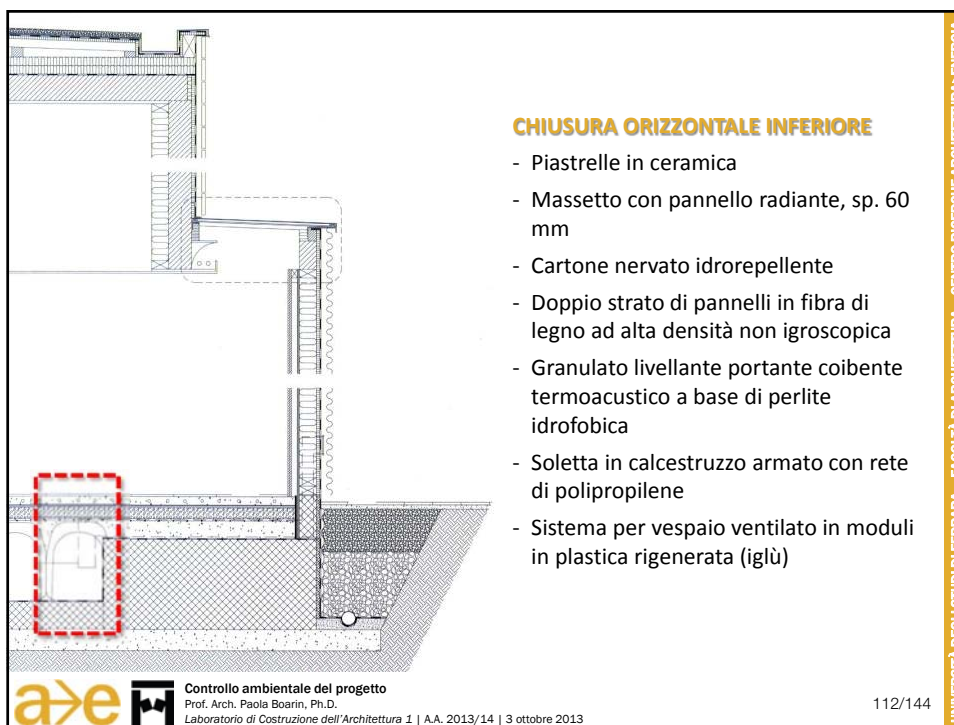
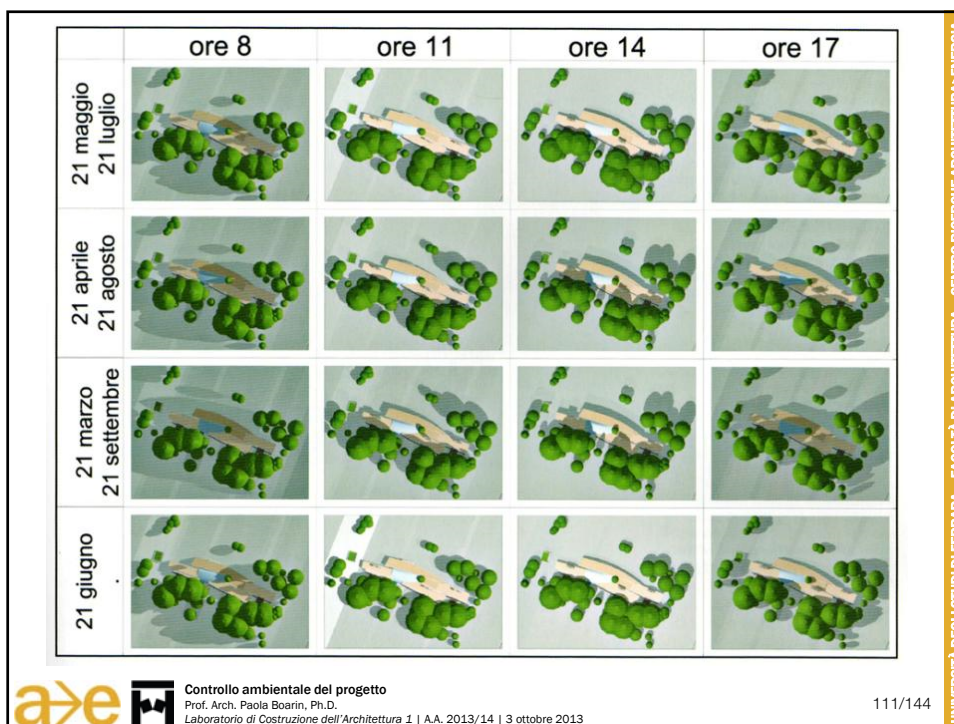
Anno di costruzione | 2005 – 2006

Superficie | 830 mq

Premio IQU "Innovazione e qualità urbana", 2005

Premio "Le città per un costruire sostenibile", 2004





CHIUSURA VERTICALE

- Rivestimento interno in piastrelle in gres
- Pannello in fibra di gesso
- Intercapedine impiantistica ottenuta con listello in legno di abete, sp. 40 mm
- Pannello OSB, sp. 15 mm
- Isolamento in pannelli di fibra di legno montati a giunti sfalsati
- Struttura in legno di abete, sp. 120 mm
- Tavolato grezzo in legno di abete, sp. 25 mm
- Guaina di tenuta al vento altamente traspirante (freno a vapore)
- Intercapedine di ventilazione ottenuta con listelli in legno di larice, sp. 40 mm
- Lamiera di rame con finitura verde patinato

a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

113/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

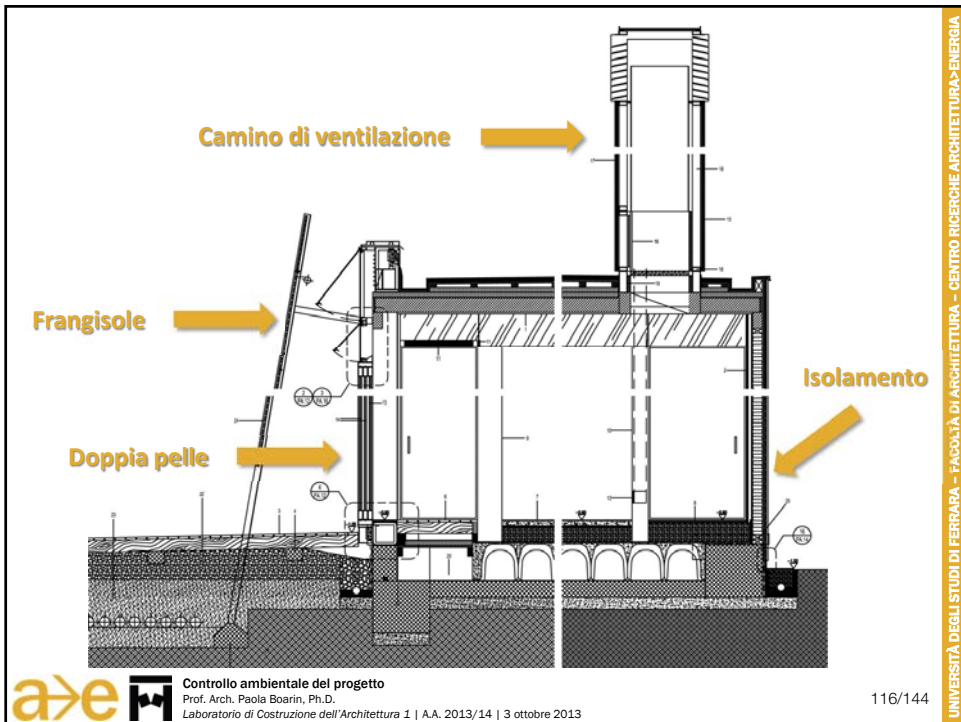
CHIUSURA ORIZZONTALE SUPERIORE

- solaio a vista formato da tavole in abete inchiodate, sp. 180 mm
- barriera al vapore
- isolamento in pannelli di fibra di legno posati a giunti sfalsati, sp. 2x120 mm
- intercapedine ottenuta attraverso listelli a sezione variabile per formazione pendenza
- tavolato grezzo di abete
- strato di compensazione in feltro 300 gr/mq
- manto sintetico impermeabile antiradice
- strato di protezione e accumulo idrico in feltro 300 gr/mq
- ghiaia

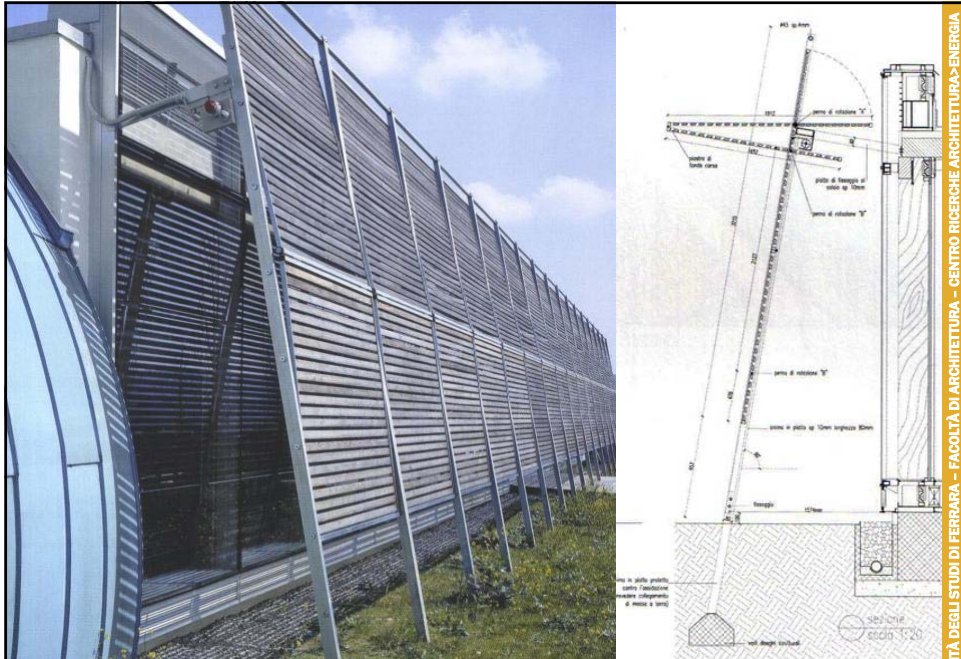
a>e **Controllo ambientale del progetto**
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

114/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA





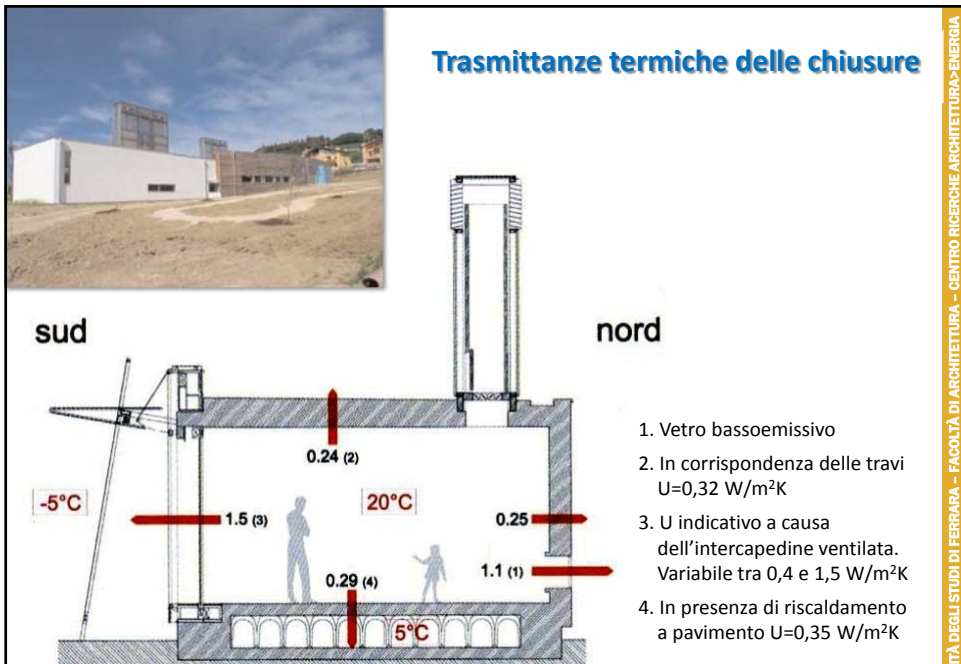


Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

119/144

Trasmittanze termiche delle chiusure



sud **nord**

1. Vetro bassoemissivo
 2. In corrispondenza delle travi $U=0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$
 3. U indicativo a causa dell'intercapedine ventilata. Variabile tra 0,4 e 1,5 $\text{W/m}^2\text{K}$
 4. In presenza di riscaldamento a pavimento $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

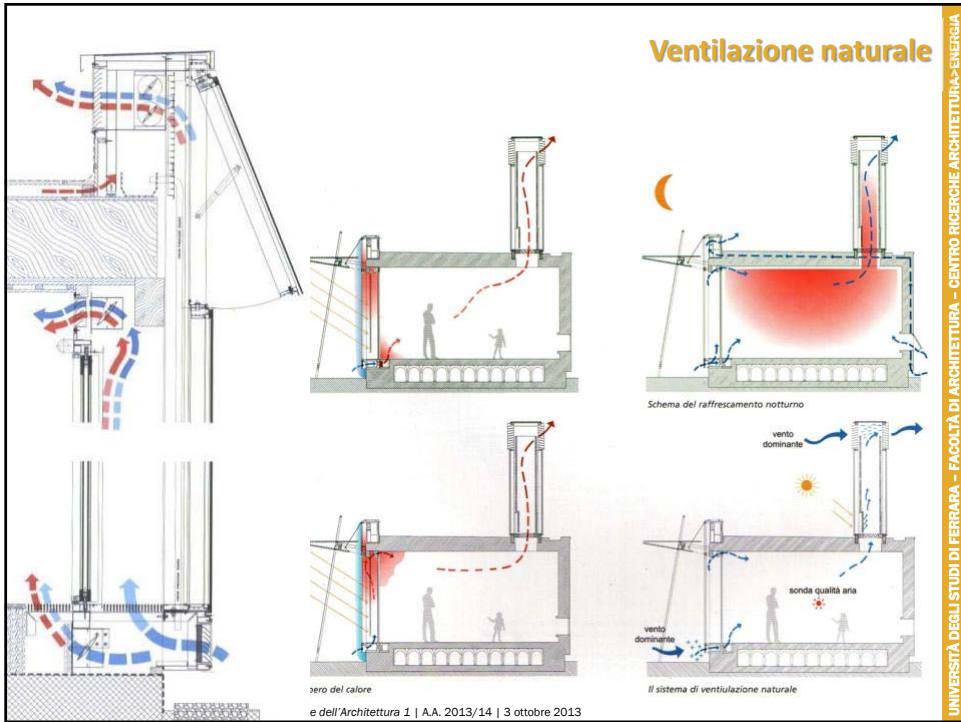
-5°C 20°C 5°C

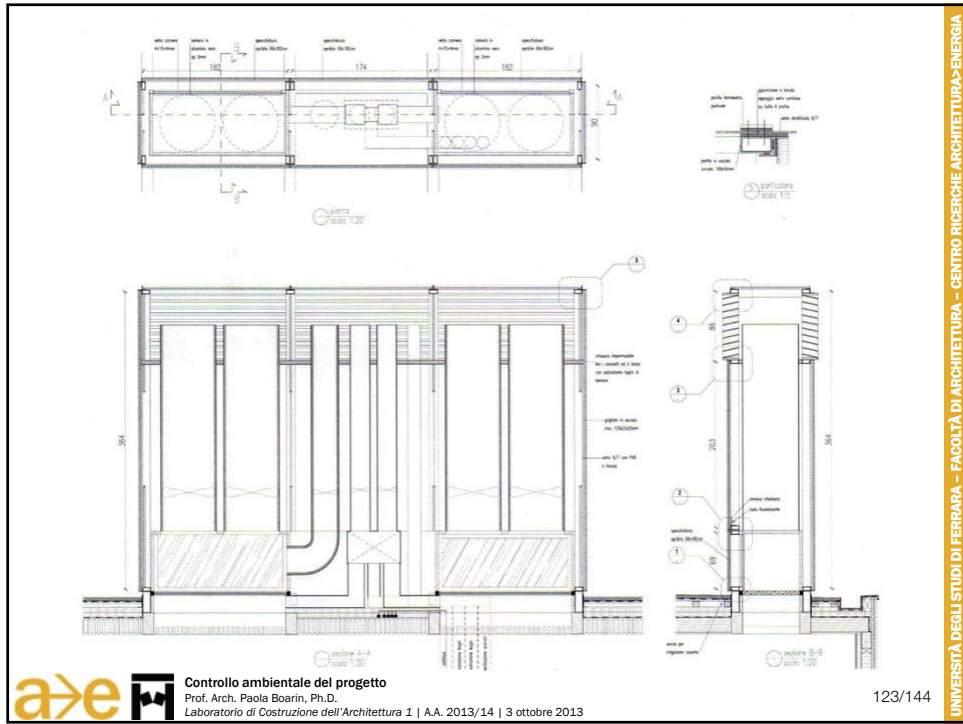
0.24 (2) 1.5 (3) 0.29 (4) 1.1 (1) 0.25

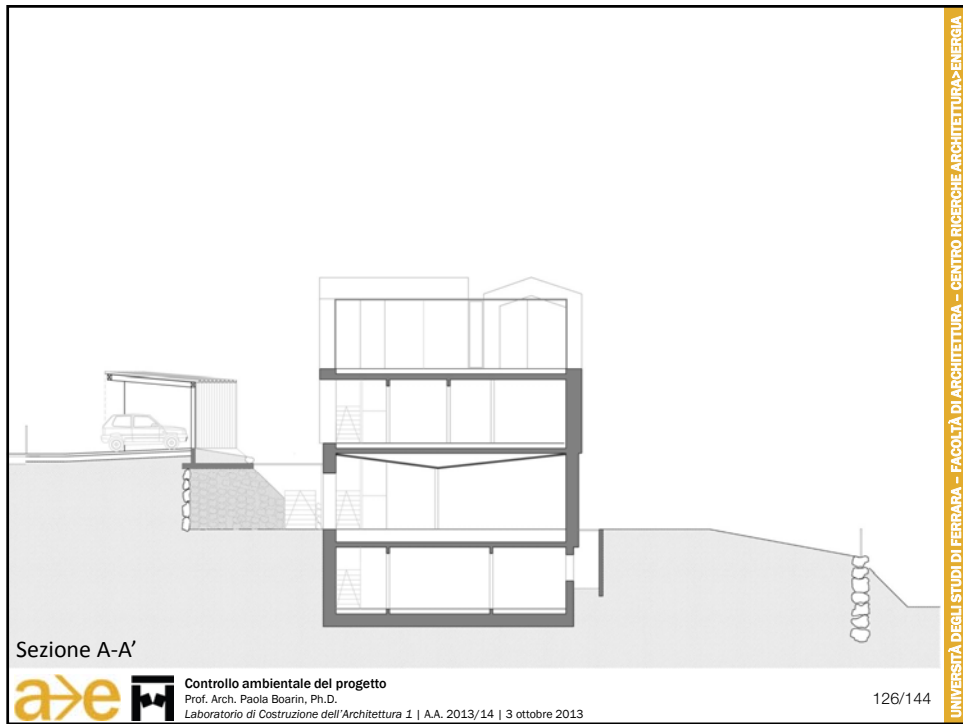
Controllo ambientale del progetto
 Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
 Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

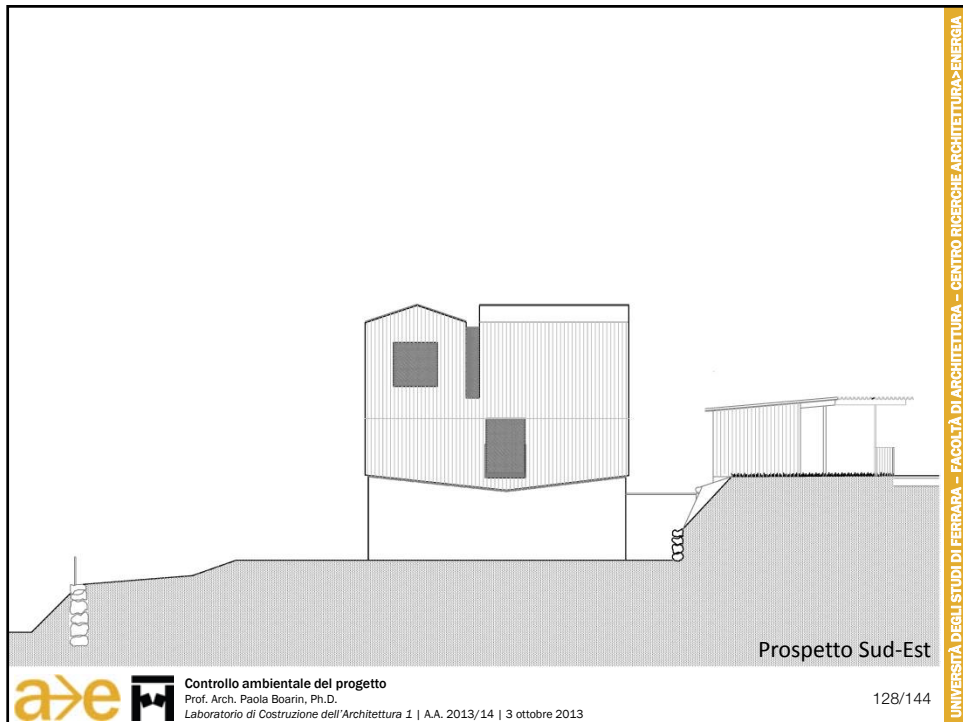
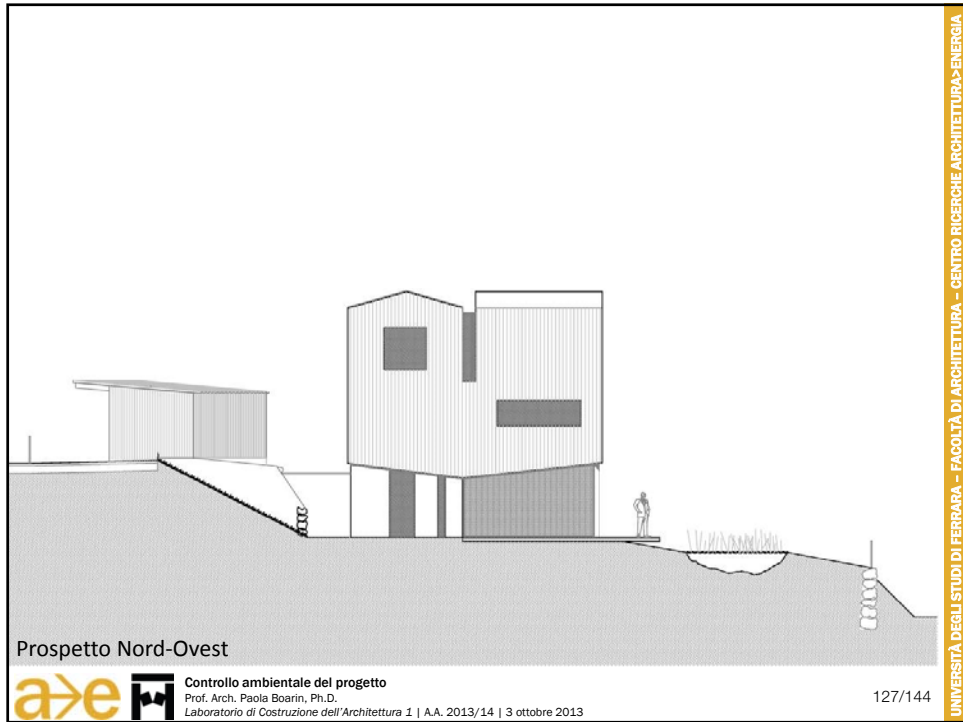
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

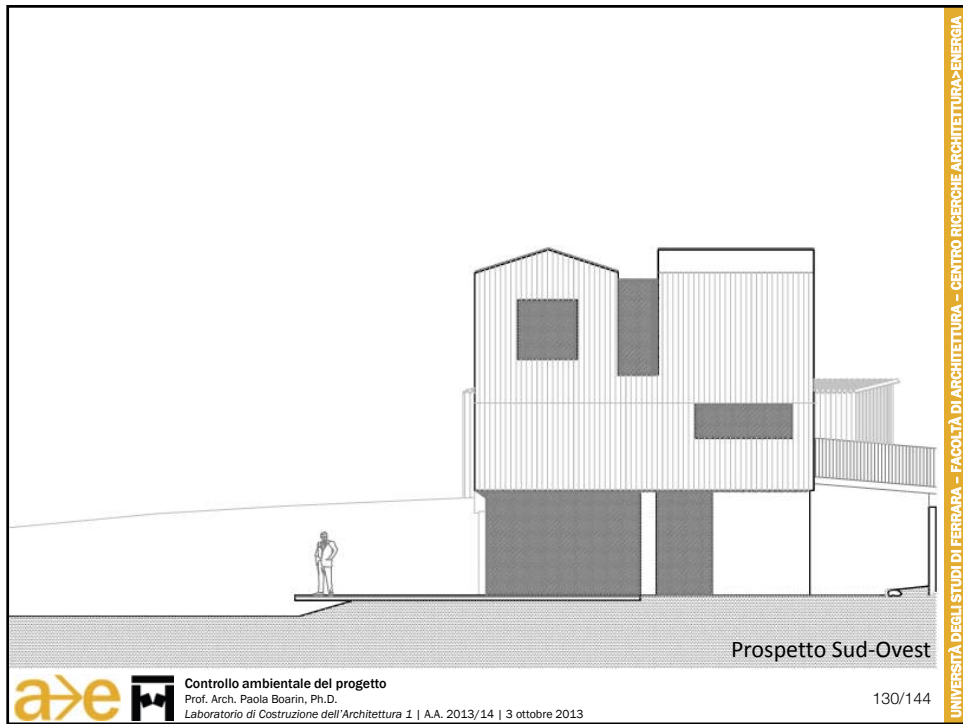
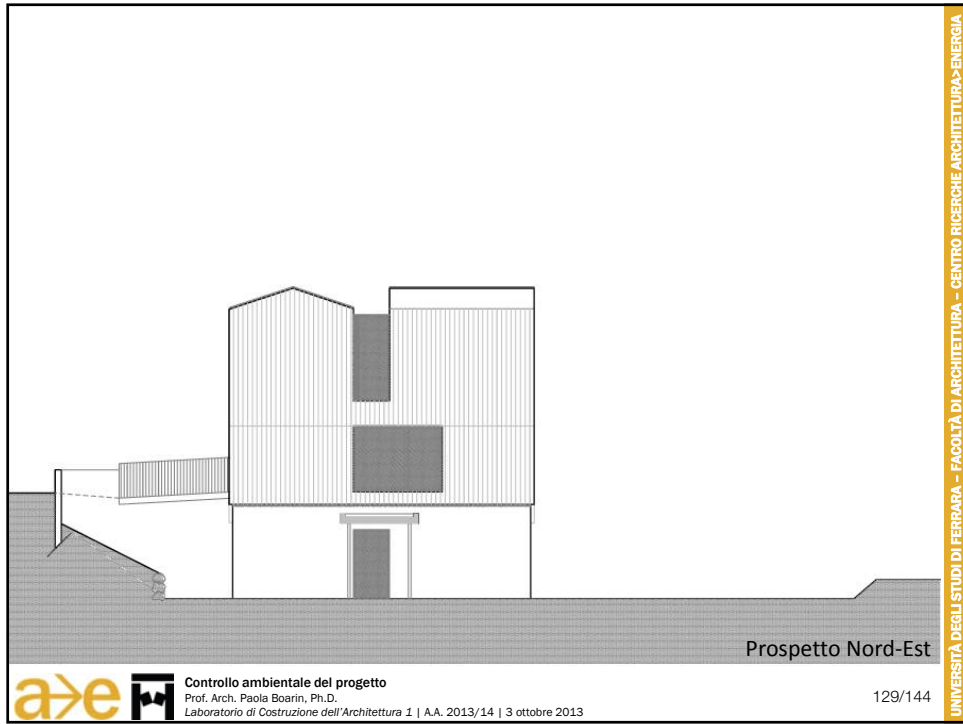
120/144













Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

131/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

132/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

133/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

134/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

135/144

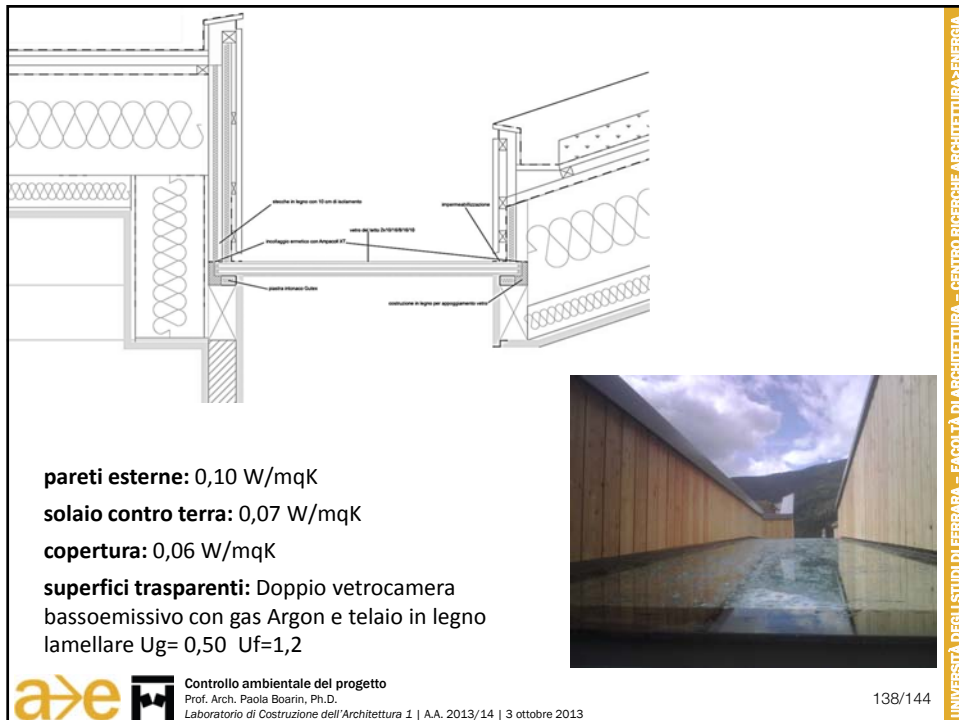
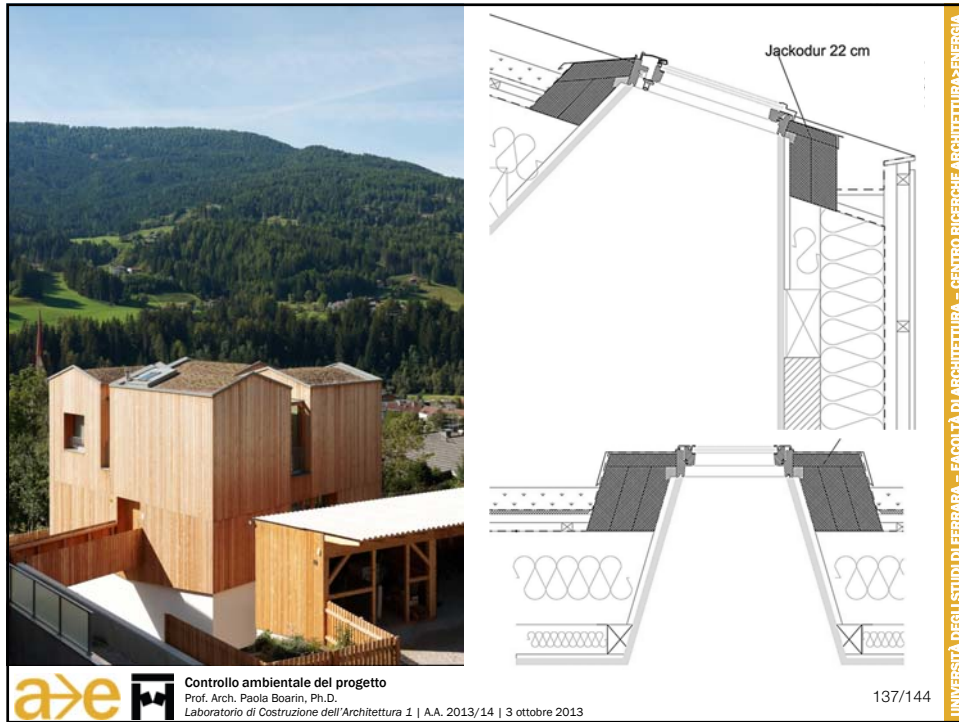
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

136/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

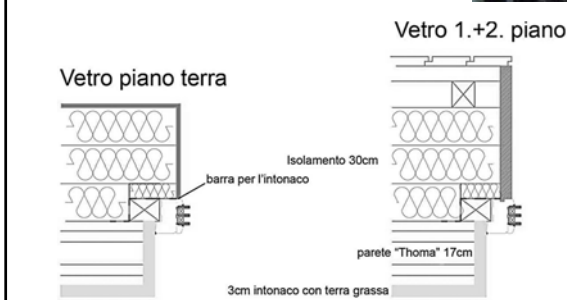
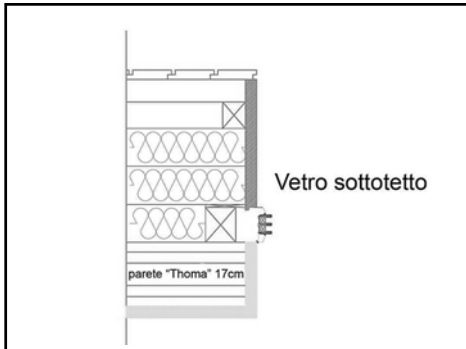




Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

139/144

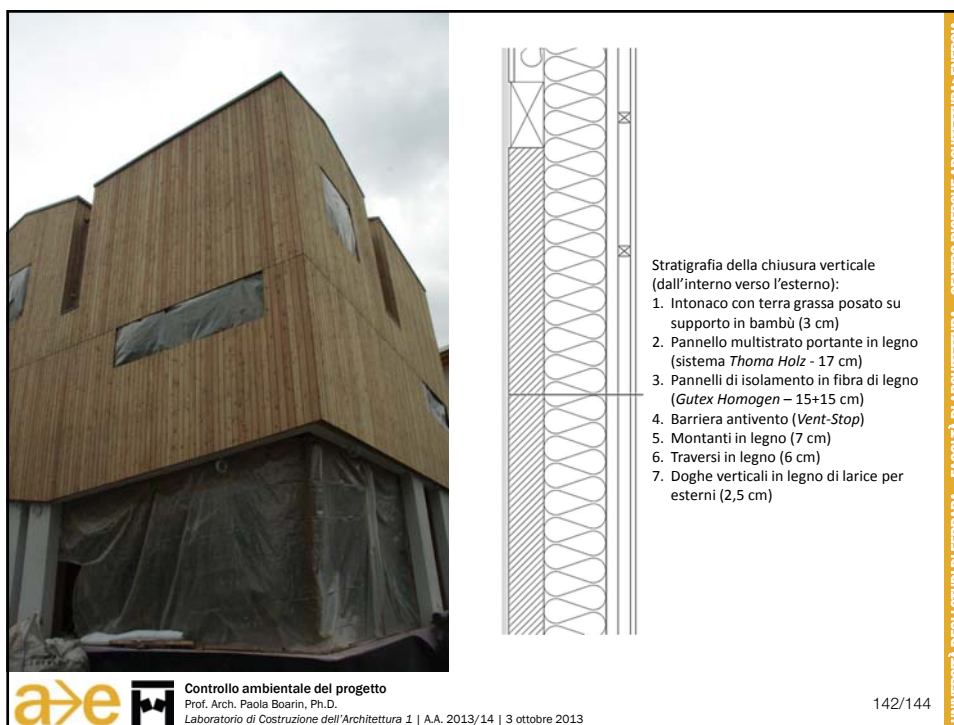
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

140/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Arch. Andrea Oliva | Casa sulla Morella, Castelnovo Sotto, Reggio Emilia



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

143/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

dimensioni: 300 mq
data: 2008 - 2010



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

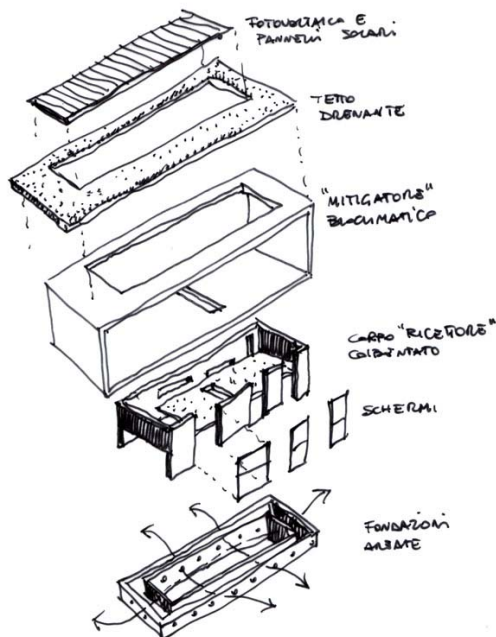
144/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



L'abitazione ha una struttura a setti portanti (minore presenza di ponti termici) costituita da un laterizio porizzato di 38 cm accoppiato ad uno strato di isolante a cappotto sul lato esterno di 10 cm, i solai sono in laterocemento con cordoli e solette in cemento armato opportunamente coibentate e disgiunte mentre la copertura conta uno strato di 22 cm di isolamento accoppiato ad un manto di copertura in parte in lamiera e in parte drenante collegato ad un sistema per la raccolta dell'acqua piovana. I serramenti sono in legno lamellare e vetrocamera basso emissiva con gas argon.

L'impiantistica integrata con domotica consente una riduzione dei consumi mediante il controllo della temperatura dei singoli locali, la predisposizione del lavoro efficiente dei grandi elettrodomestici, lo spegnimento automatico delle luci in locali vuoti, la generazione controllata dell'acqua calda sanitaria e la regolazione dei tempi di utilizzo dei singoli apparecchi.



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

147/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA



Con un orientamento di 18° verso ovest la casa sfrutta al meglio gli apporti bioclimatici che, per effetto della geometria del portico, delle ampie superfici vetrate a sud e degli oscuramenti scorrevoli, anticipano l'apertura all'irraggiamento del sole invernale e la protezione dal sole estivo pomeridiano



Controllo ambientale del progetto
Prof. Arch. Paola Boarin, Ph.D.
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 | A.A. 2013/14 | 3 ottobre 2013

148/144

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA - FACOLTÀ DI ARCHITETTURA - CENTRO RICERCHE ARCHITETTURA>ENERGIA

