



Confartigianato Udine

La Casa Passiva

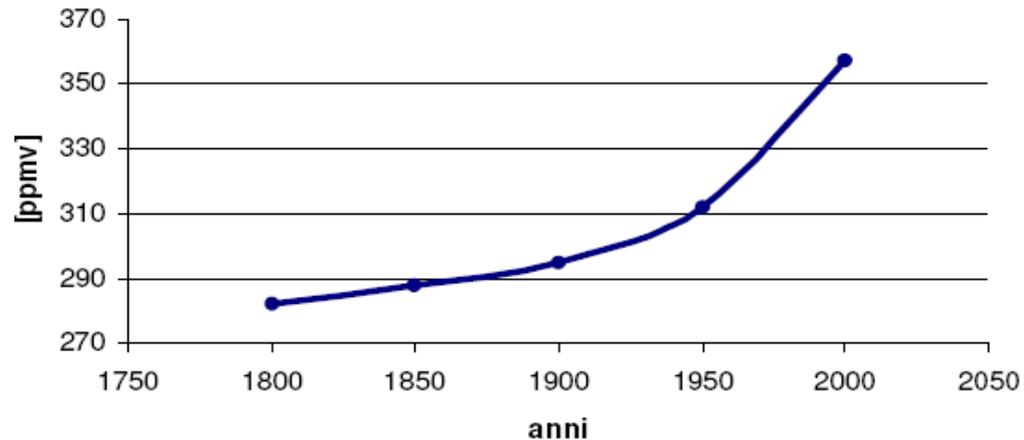
Aspetti generali di progettazione

ing. Stefano Barbina

Udine, 13 aprile 2011

I maggiori problemi climatici sono causati dalle emissioni inquinanti
in modo particolare dalle emissioni di CO₂

CO₂ in atmosfera



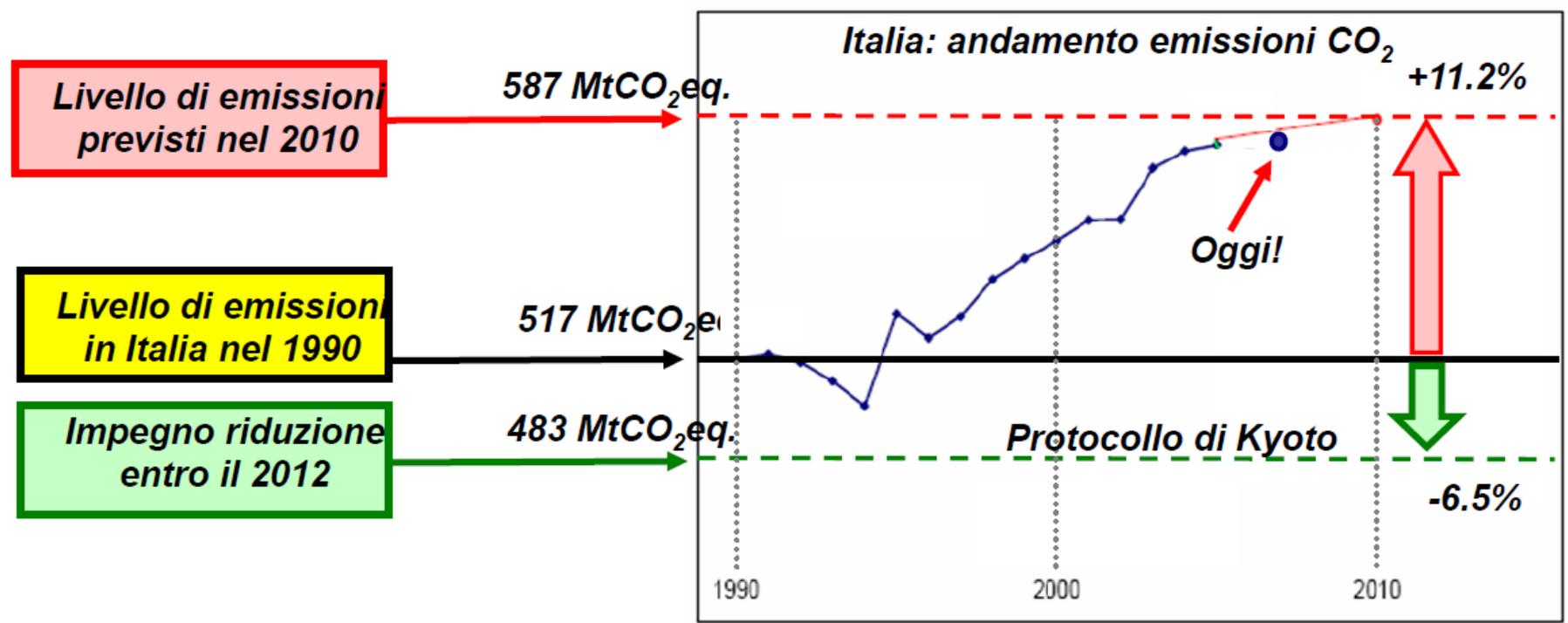
Il 75% delle emissioni di CO₂ proviene dalla combustione di fonti fossili

Protocollo di Kyoto del 11.12.1997

Il 16 Febbraio 2005 il protocollo è entrato in vigore con lo scopo
di ridurre tra il 2008 e il 2012 le emissioni di una misura
non inferiore al 5% rispetto al 1990 (considerato come anno base)

nota: **fallimento Conferenza sul clima di Copenhagen 2009**

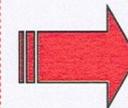
3. Problemi climatici



Fonte: Rapporto energia e ambiente 2007 - ENEA

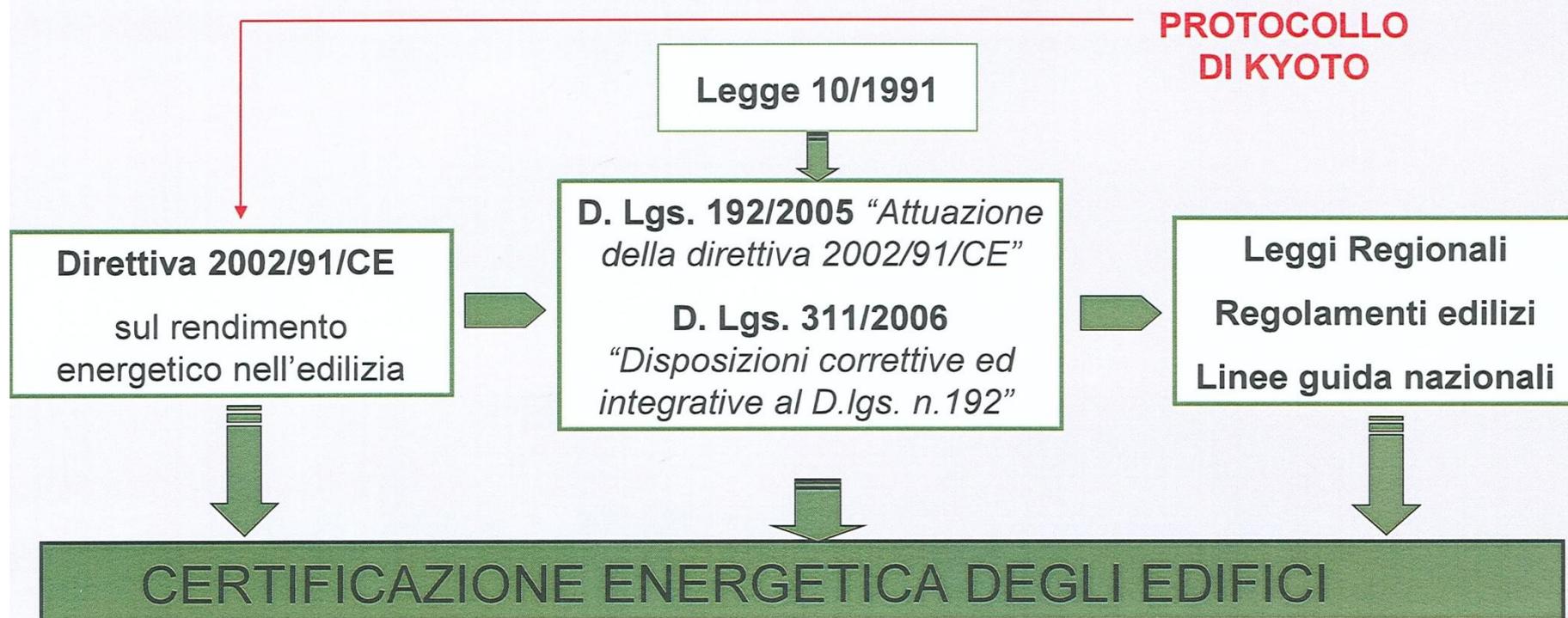
CAUSE:

- fonti di energia non rinnovabili in esaurimento
- inquinamento atmosferico



OBIETTIVI:

- risparmio energetico
- riduzione emissioni CO₂



DIRETTIVE EUROPEE

Direttiva 89/106/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1988

Risparmio energetico e la ritenzione del calore

Direttiva 93/76/CEE del Consiglio del 13 settembre 1993

Miglioramento dell'efficienza energetica

Direttiva 2002/91/CE del Parl.Eur. e del Cons. del 16 dicembre 2002

Metodo di calcolo generale per il rendimento degli edifici

Requisiti minimi in materia di rendimento energetico

Certificazione energetica degli edifici

Sarà abrogata dal 1° febbraio 2012 a seguito della nuova Direttiva
“Energy performance of buildings” approvata dal Parlamento Europeo il
18.05.2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia e adottata dal
Consiglio Europeo il 14 aprile 2010

DIRETTIVE EUROPEE



Dicembre 2002
DIRETTIVA 2002/91/CE Rendimento energetico edifici



Luglio 2010
DIRETTIVA 2010/31/CE Rendimento energetico edifici

L'edificio a energia quasi zero è un edificio ad altissima prestazione energetica, in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili.

Entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere “edifici a energia quasi zero”. Per gli edifici pubblici questa scadenza è anticipata al 31 dicembre 2018.

NORMATIVA ITALIANA

(dopo la Legge 30.04.1976 n. 373 Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici e la Legge 09.01.1991 n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale e uso razionale dell'energia)

L'Italia ha recepito le indicazioni europee con i seguenti decreti legislativi:

D.Lgs n.192 del 19.08.2005 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”, **entrato in vigore il 08.10.2005**

D.Lgs 311 del 29.12.2006 “Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo 19.08.05 n.192,” **entrato in vigore il 02.02.2007**

D.Lgs n. 115 del 30.05.2008 “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE), **entrato in vigore il 30.05.2008**

D.P.R. n.59 del 02.04.2009 “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”, **entrato in vigore il 25.06.2009**

D.M. del 26.06.2009 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”, **entrato in vigore il 25.07.2009**

NORME REGIONALI F.V.G.

Legge Regionale n.23 del 18.08.2005

“Disposizioni in materia di edilizia sostenibile”

Art.2 – Definizioni

Ai fini della legge si intendono per interventi in edilizia ecologica, bio-etico compatibile, edilizia bioecologica, edilizia naturale e sostenibile, quegli interventi in edilizia pubblica o privata che hanno i seguenti requisiti:

- a) prevedono uno sviluppo equilibrato e sostenibile del territorio;
- b) tutelano l'identità storica degli agglomerati urbani e favoriscono il mantenimento dei caratteri storici e tipologici legati alla tradizione degli edifici;
- c) favoriscono il risparmio energetico, l'utilizzo di fonti rinnovabili e il riutilizzo delle acque piovane;
- d) sono concepiti e costruiti in modo tale da garantire il benessere, la salute e l'igiene degli occupanti;
- e) le tecnologie applicate risultano sostenibili sotto il profilo ambientale, economico, sociale ed energetico;
- f) i materiali da costruzione, i componenti per l'edilizia, gli impianti, gli elementi di finitura, gli arredi fissi, sono selezionati tra quelli che non determinano sviluppo di gas tossici, emissione di particelle, radiazioni o gas pericolosi ... (per l'intero ciclo di vita del fabbricato);
- g) favoriscono l'impiego di materiali e manufatti per cui sia possibile il loro riutilizzo anche al termine del ciclo di vita dell'edificio e la cui produzione comporti un basso bilancio energetico.

NORME REGIONALI F.V.G.

Legge Regionale n.23 del 18.08.2005

“Disposizioni in materia di edilizia sostenibile”

Ai fini della presente Legge sono interventi di edilizia pubblica e privata finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche quelli che prevedono in particolare:

- a) lo sfruttamento delle risorse climatiche ed energetiche attive e passive del luogo;
- b) l'utilizzo di fonti e risorse energetiche rinnovabili per soddisfare parte del fabbisogno di acqua calda per uso igienico sanitario, per il riscaldamento e il raffrescamento dell'edificio, nonché per la produzione di energia elettrica;
- c) l'isolamento dell'involucro edilizio;
- d) l'utilizzo di impianti ad alto rendimento o impianti di recupero del calore interno;
- e) l'utilizzo di sistemi schermanti esterni di controllo degli apporti solari, di controllo dell'inerzia termica degli elementi costruttivi, che contribuiscano a migliorare il rendimento energetico dell'edificio nel periodo estivo.

[...]

Art.5 – Raccolta, accumulo ed utilizzo di acqua piovana nei singoli edifici

Negli edifici di nuova costruzione, e in quelli esistenti in occasione di lavori di ristrutturazione, è previsto di norma l'utilizzo delle acque piovane attraverso la realizzazione di un impianto integrativo per gli usi compatibili ...

MIGLIORARE L'EFFICIENZA

I consumi del settore civile sono spesso dovuti ad un alto grado di inefficienza energetica delle utenze per ciò che riguarda il fabbisogno termico.

Il fabbisogno termico è dovuto principalmente alla necessità di riscaldamento degli ambienti abitativi ed alla produzione di acqua calda sanitaria.

Pur mantenendo un alto livello di comfort è possibile diminuire drasticamente i consumi termici attraverso interventi che rendano più efficiente l'involucro dei fabbricati. Altri interventi di miglioramento riguardano la sostituzione di utenze termiche con sistemi a fonte rinnovabile come il solare termico, oppure l'utilizzo di pompe di calore e di caldaie a condensazione, sistemi geotermici ...



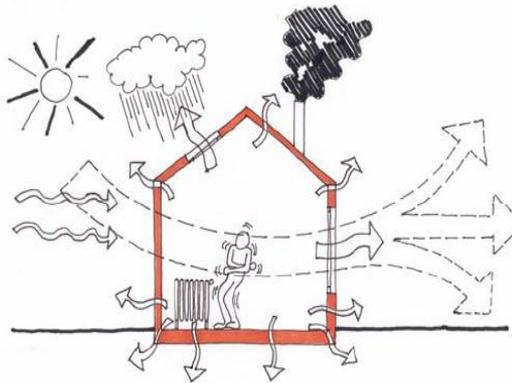
INSUFFICIENTI SPAZI TRA EDIFICI



DIRITTO AL SOLE



LA COSTRUZIONE COMUNE

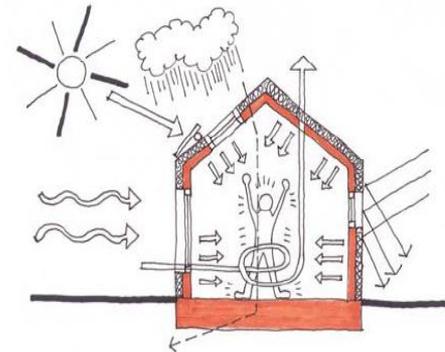


- SCARSO ISOLAMENTO
- PRESENZA DI PONTI TERMICI
- FORTI DISPERSIONI VERSO L'ESTERNO
- EMISSIONI NOCIVE
- INQUINANTI NASCOSTI (INDOOR)
- ALTI CONSUMI ENERGETICI



Una costruzione comune consuma da **14 a 21 litri** combustibile/mq anno

LA CASA A BASSO CONSUMO



- PERFETTO ISOLAMENTO TERMICO
- PERFETTO ISOLAMENTO ACUSTICO
- BASSE EMISSIONI IN ATMOSFERA
- SFRUTTAMENTO DELLE RISORSE NATURALI
- PERFETTO ISOLAMENTO DELLE SUPERFICI FINESTRATE
- ALTO LIVELLO DI COMFORT ABITATIVO
- RECUPERO DELL'ACQUA PIOVANA
- CONSUMI ENERGETICI CONTENUTI



La casa a basso consumo consuma da **3 a 7 litri** combustibile/mq anno

LIVELLO DI ENERGIA CONSUMATA IN UN EDIFICIO

INDICE TERMICO DELL'EDIFICIO		Paese	Consumi (litri combustibile/mq anno)	classe
basso fabbisogno di calore				
A	$HWB_{NGF} \leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Danimarca	5	B
B	$HWB_{NGF} \leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Francia	7	C
C	$HWB_{NGF} \leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Bolzano		
D	$HWB_{NGF} \leq 90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$			
E	$HWB_{NGF} \leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$			
F	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$			
G	$HWB_{NGF} > 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	Italia	20	> G
alto fabbisogno di calore				

Indice Termico = indica il livello di energia consumata in un edificio per il riscaldamento: **efficienza massima classe (A), efficienza minima classe (G)**

Stima dei consumi di energia in un'abitazione



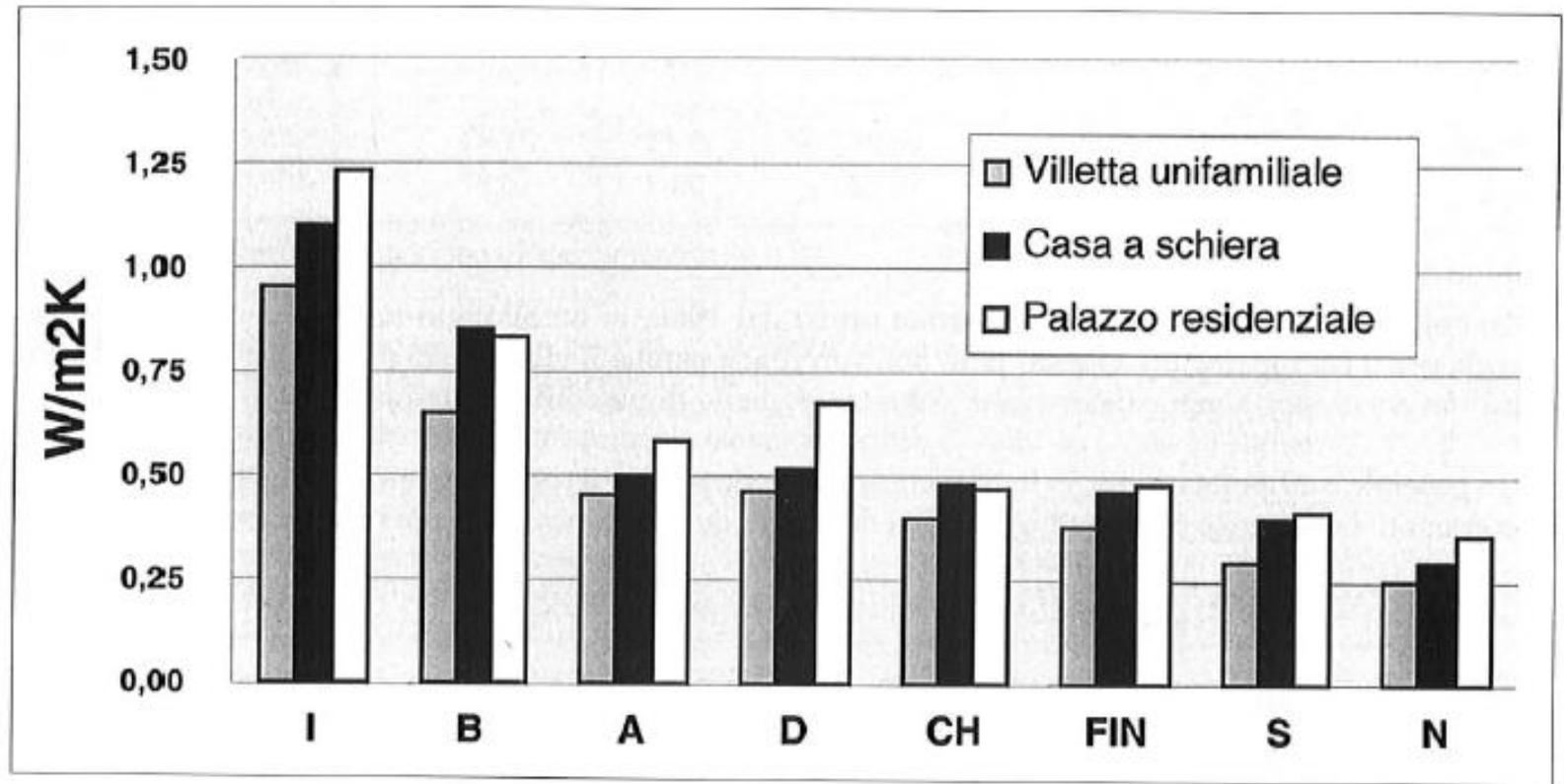
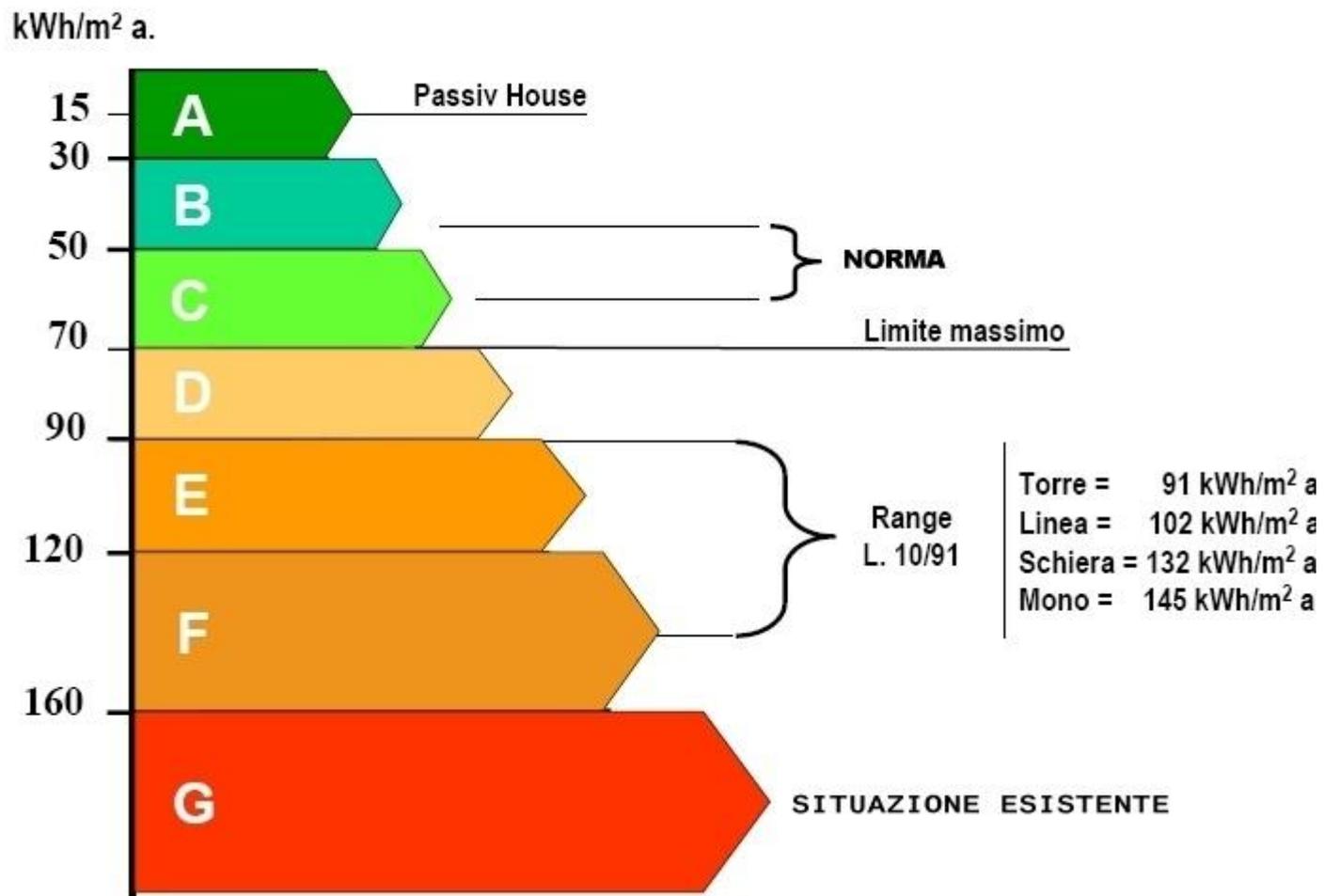
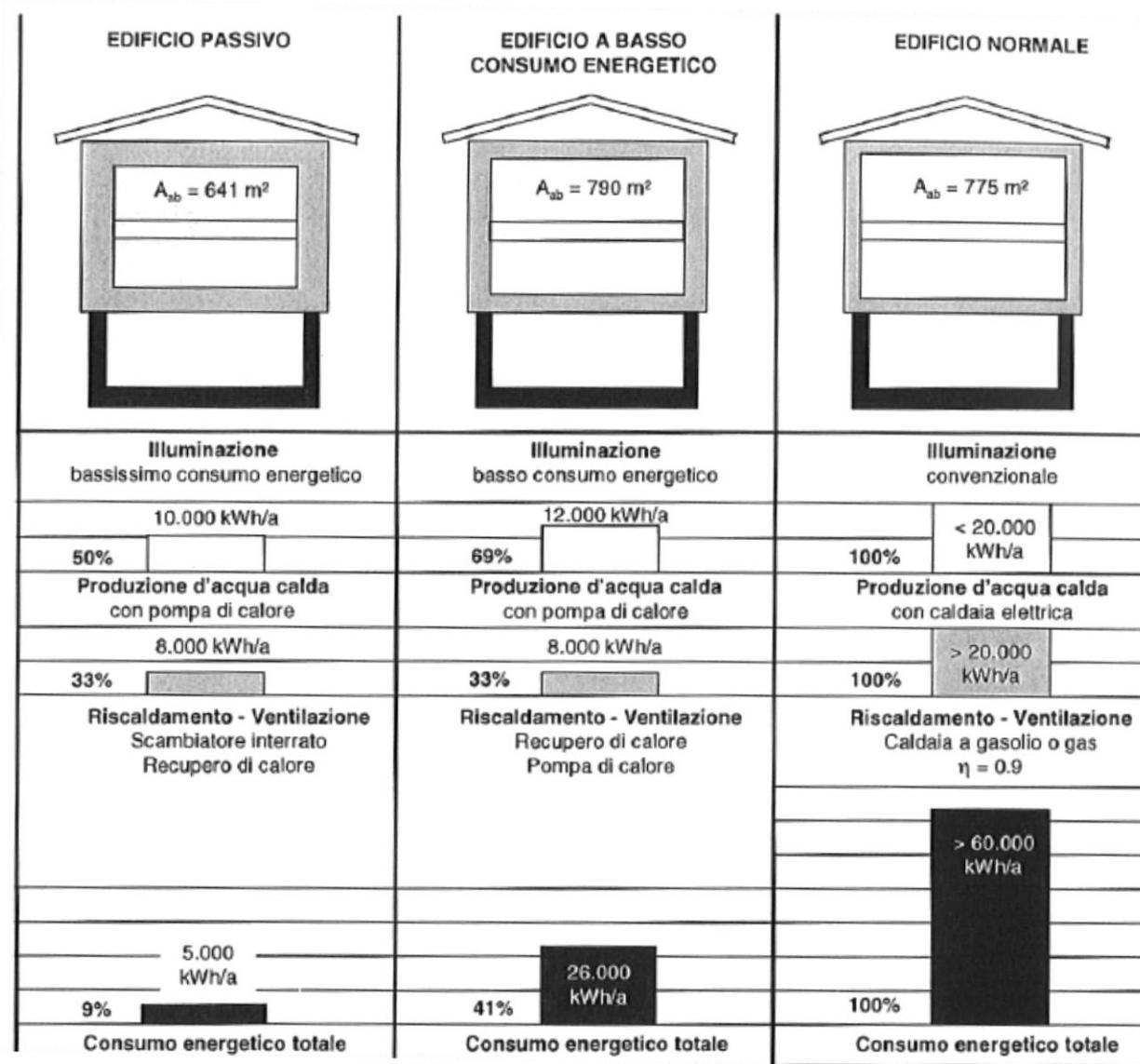


Figura 2 – Caratteristiche termiche minime degli edifici richieste in alcuni paesi europei

da Uwe Wienke – L'edificio Passivo





da Uwe Wienke
L'edificio Passivo

PROCEDURA DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Si basa su:

Valutazione energetica dell'edificio

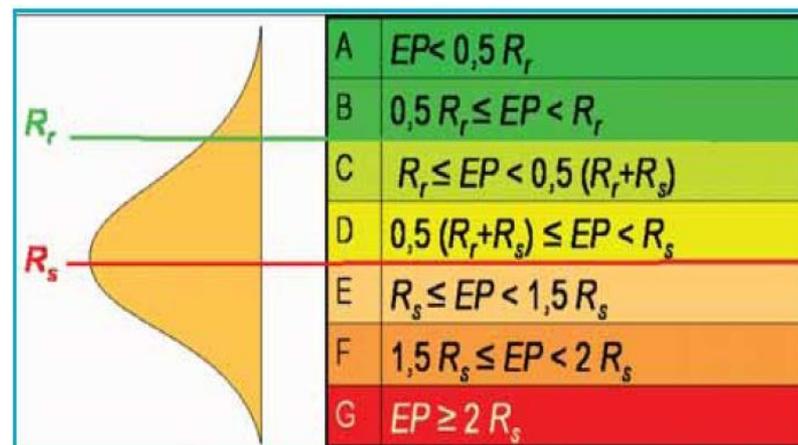
Definizione dei livelli di prestazione energetica

Classificazione energetica dell'edificio

Redazione dell'Attestato di Certificazione Energetica

La prestazione energetica di un edificio esprime la quantità di energia effettivamente consumata per soddisfare:

- la climatizzazione invernale ed estiva
- e la produzione dell'acqua calda sanitaria



PASSIVHAUS

BREVE STORIA E DIFFUSIONE GEOGRAFICA

Il concetto di Casa Passiva è nato nel maggio del 1991 dalla collaborazione tra Bo Adamson dell'università svedese Lund University, e il tedesco Wolfgang Feist; il concetto sviluppato attraverso una serie di progetti è stato poi finanziato in parte dal land tedesco di Hessen (obiettivo di realizzare edifici a basso consumo energetico ed a costi ragionevoli per il clima nord europeo).

Dai paesi del nord Europa ed inizialmente dalla Svezia, il nuovo standard abitativo si è poi diffuso principalmente in Germania, Austria, Olanda e negli altri paesi del centro nord europeo.

In Germania la prima Casa Passiva è stata costruita nel 1991 a Darmstadt-Kranichstein dal Dr. Wolfgang Feist, seguita poi nel 1995 in una seconda costruzione in GroßUmstadt. Il fabbisogno energetico delle villette a schiera è in media di 10 kWh/m²anno e si mantiene stabile da oltre 15 anni. La prima Casa Passiva di tipo pluri-familiare si trova a Friburgo edificata nel 1999. Seguirono un complesso residenziale di 21 case a Wiesbaden, 32 case Hannover-Kronsberg e 52 case a Stoccarda.

PASSIVHAUS

BREVE STORIA E DIFFUSIONE GEOGRAFICA

Tra il 1998 e il 2001 sono state costruite attraverso il CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards) ulteriori 221 complessi in 14 località in cinque stati dell'Unione Europea (Germania, Svezia, Francia, Svizzera ed Austria). Una delle più grandi costruzioni passive si trova ad Ulm e si chiama Energon (2002).

Negli Stati Uniti invece la prima Casa Passiva è stata costruita nel 2006 a Bemidji, Minnesota, tramite il programma "Deutsch-als-Fremdsprache-Programm Waldsee", fondazione tedesca per l'ambiente e finanziato da diverse imprese tedesche.

In Italia, come ci si aspetta, sono poche le esperienze che vanno in questa direzione. Ricordiamo però le iniziative più importanti come quelle prese dalla Provincia Autonoma di Bolzano in Alto Adige che da diversi anni ha emanato una legge provinciale per istituire la certificazione Casa Clima (per la quale una Casa Passiva corrisponde alla Casa Clima di Classe Oro).

<http://www.cephus.de/eng/index.html>

Cost Efficient Passive Houses as European Standards

A project within the THERMIE Programme of the European Commission,
Directorate-General
Transport and Energy,
Project Number: BU/0127/97,
Duration: 1/98 to 12/01



Project content

Construction of ca. 250 housing units to Passive House standards in five European countries, with in-process scientific back-up and with evaluation of building operation through systematic measurement programmes.

The Hannover-Kronsberg subproject is a registered 'Decentralized EXPO 2000 Project'.

(Cost-Efficient Climate-Neutral Passive Houses, Reg.Nr. NI 244)

PASSIVHAUS

BREVE STORIA E DIFFUSIONE GEOGRAFICA

In Italia, il primo edificio costruito e certificato come Passivhaus è la sede dell'impresa Klas a Malles. Questo edificio è stato monitorato per 2 anni da dallo studio TBZ provando i pregi e i difetti di una pura progettazione di casa passiva copiata dal clima continentale a quello italiano.

Uno dei primi edifici passivi pubblici italiani si trova a Bolzano: "l'Expost", progettato dal architetto Michael Tribus nel 2004; si tratta dell'adeguamento di un ex edificio postale ora sede degli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano. L'edificio ha una cubatura di circa 20.000 mc e consuma 7 kWh/m²anno (che corrisponde a meno di un litro di olio combustibile per metro quadrato all'anno).

A partire dal 2015 in Austria la Casa Passiva sarà lo standard prescritto dalla legge per tutti gli edifici, e addirittura nella regione del Vorarlberg lo standard è obbligatorio già dal 1° gennaio 2007.

PASSIVHAUS - DEFINIZIONE

Quando nel 1991 vicino a Darmstadt (D) è stato costruito il primo edificio passivo, il suo inventore Dr. Wolfgang Feist lo aveva chiamato “edificio passivo economico”. Questo perché l'edificio passivo permette di tralasciare la tradizionale distribuzione ed emissione di calore/freddo (impianto tradizionale) sostituendola con una ventilazione meccanica VMC.

Il nome Casa Passiva deriva dalla fonte principale di calore degli edifici passivi: apporti passivi ambientali, cioè sole, terreno, aria. La casa passiva non è semplicemente un edificio “bioclimatico” munito di sistema di ventilazione, ma una costruzione nella quale è possibile avere il livello più alto di comfort (ASHRAE classe A<6% di insoddisfatti) riscaldando e raffrescando con il solo impianto di ventilazione per il rinnovo dell'aria (senza impianti tradizionali).

Per edificio passivo si intende dunque un edificio in cui con opportune strategie di intervento si cerca di sfruttare le caratteristiche microclimatiche (sole, vento, morfologia del terreno,...) della zona in cui è situato l'edificio, per ottenere una riduzione dell'apporto di caldo o freddo interno altrimenti realizzabile per mezzo di impianti di climatizzazione.

CASA PASSIVA – DEFINIZIONE

Particolare standard costruttivo basato sull'integrazione di tecnologie e materiali che assicurano all'edificio un'elevata qualità abitativa e una sensibilissima riduzione dei consumi energetici. Questi edifici, caratterizzati da un involucro altamente coibentato e privo di ponti termici, con ampie vetrate a sud, dotati di un sistema di ventilazione controllata con recupero di calore, sono in grado di sfruttare passivamente gli apporti solari e le sorgenti di calore interne (persone, apparecchiature, macchinari, illuminazione artificiale), senza necessitare di un impianto termico convenzionale per il riscaldamento invernale.

Le case passive sono edifici che hanno un fabbisogno annuale di riscaldamento talmente ridotto da permettere di rinunciare ad un sistema di riscaldamento tradizionale: l'effettivo valore del carico termico specifico deve essere minore o uguale a 10 W/m^2 (metro quadrato di superficie netta riscaldata).

La casa in pratica mantiene da sola la temperatura ideale al proprio interno, da qui la definizione di "casa passiva".

PASSIVHAUS - criteri principali

Criteri principali

Fabbisogno energetico specifico utile per riscaldamento	15 kWh/m ² a (10 W/m ²)
Fabbisogno energetico specifico utile per raffrescamento	15 kWh/m ² a
Fabbisogno energetico specifico primario totale	120 kWh/m ² a
Tenuta all'aria minima (n50 massimo accettabile)	0,6 h ⁻¹
Temperatura superficiale interna minima da comfort	17°C
Rendimento di recupero minimo degli impianti di ventilazione	75,00%
Consumo corrente elettrica massimo dell'impianto di ventilazione	0,45 Wh/m ³

carico termico invernale $\leq 10 \text{ W/m}^2$



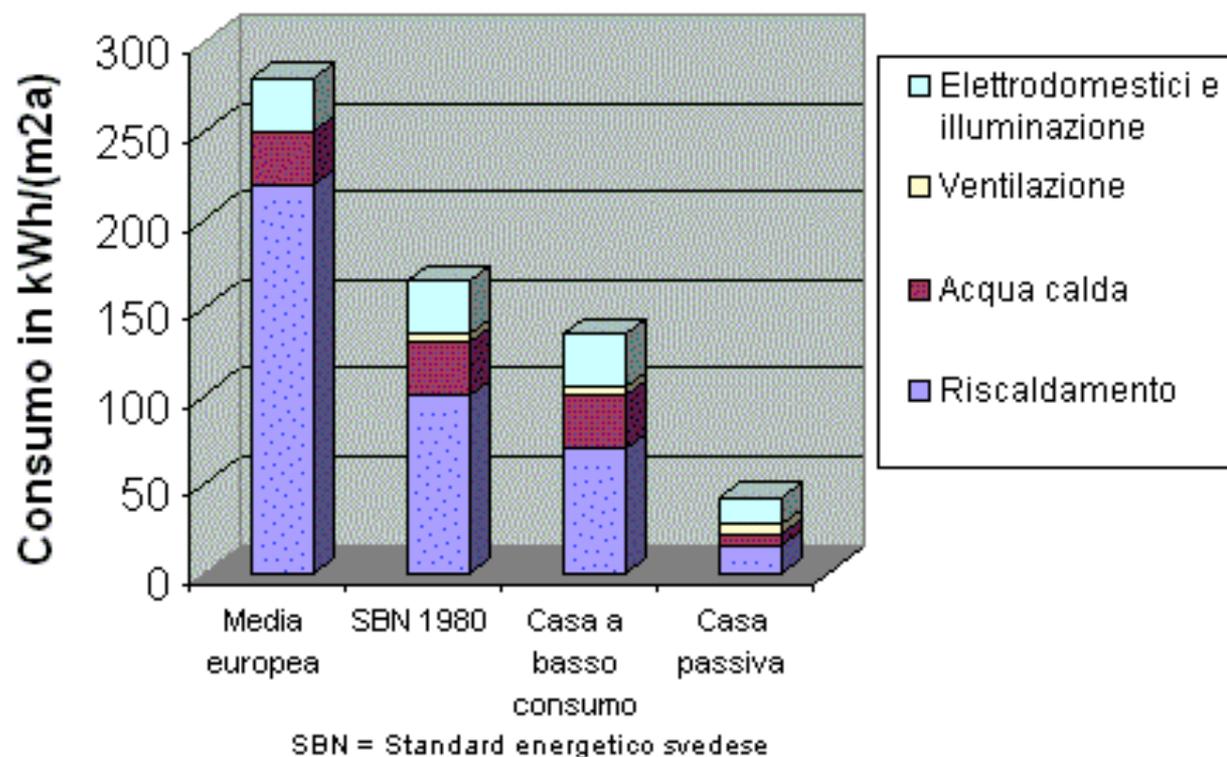
Componenti della struttura esterna
isolati valori max. $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Criteri secondari

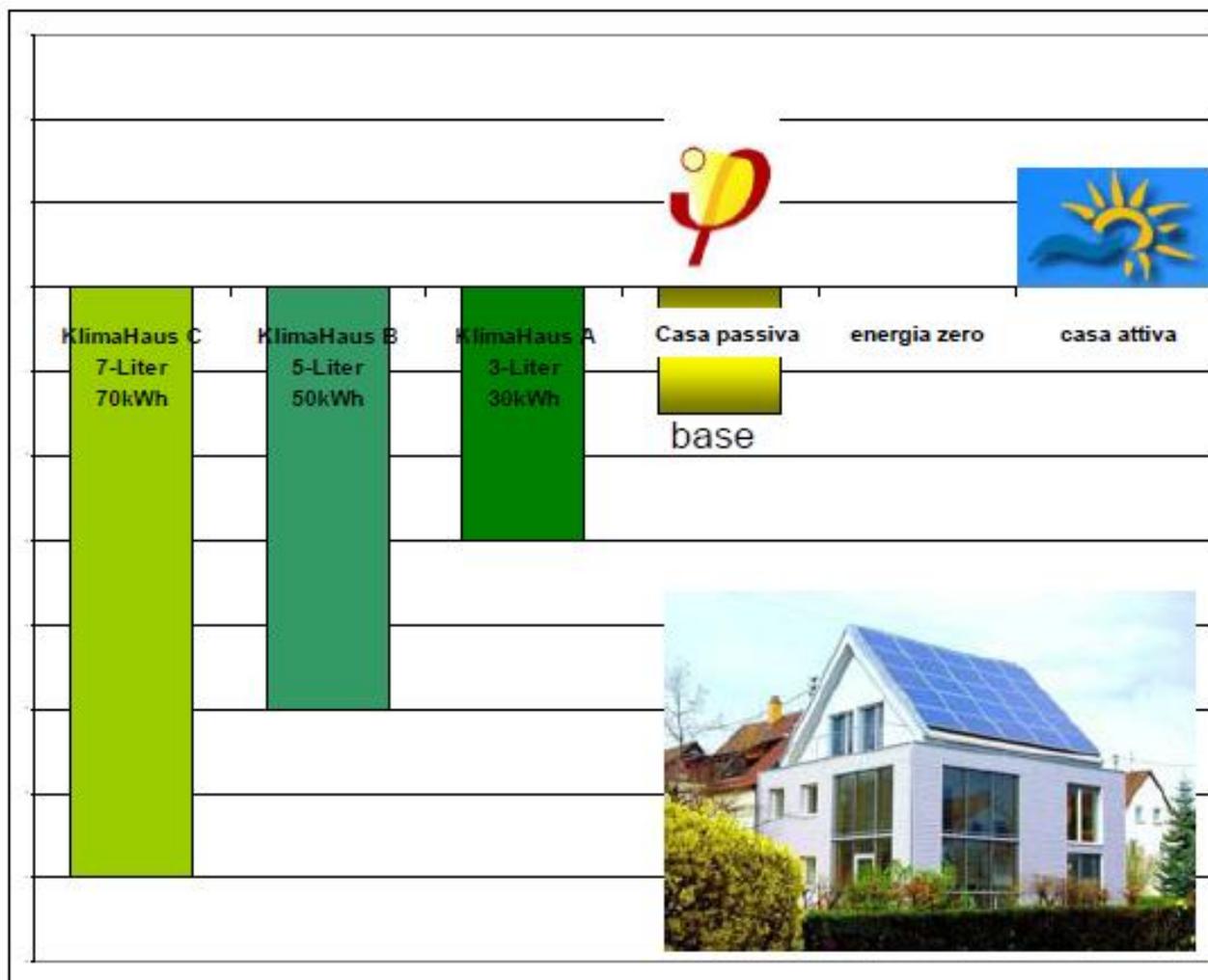
Potenza specifica trasportabile con portata d'aria igienica	10 W/m ²
Ponti termici "eliminati" Ψ	$< 0,01 \text{ W/mK}$
Ponti termici "considerabili" Ψ	$< 0,025 \text{ W/mK}$
Trasmittanza complessiva serramento montato U_{Wmon}	$< 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$
Trasmittanza serramento U_w	$< 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

CASA PASSIVA

Comparazione consumi energetici



CASA PASSIVA



CASA PASSIVA

Consumi energetici di 3 diversi edifici confrontabili per superficie abitabile: un edificio tradizionale, uno a basso consumo energetico, e infine un edificio passivo.

Edificio convenzionale Italiano (dati ENEA) 200 m ² di superficie abitabile	Consumo energetico per il riscaldamento	106 kWh/m ² a	68%
	Consumo energetico per la produzione di acqua calda	20 kWh/m ² a	12%
	Consumo energetico per l'illuminazione e cucina	31 kWh/m ² a	20%
	Consumo energetico complessivo	157 kWh/m²a	100%
Edificio a basso consumo energetico con 185 m ² di superficie abitabile	Consumo energetico per il riscaldamento	69,5 kWh/m ² a	69%
	Consumo energetico per la produzione di acqua calda	11 kWh/m ² a	12%
	Consumo energetico per l'illuminazione	16 kWh/m ² a	19%
		86,5	

<http://nuke.labia.it/AREE/CERTIFICAZIONEENERGETICA/casapassiva/tabid/82/Default.aspx>

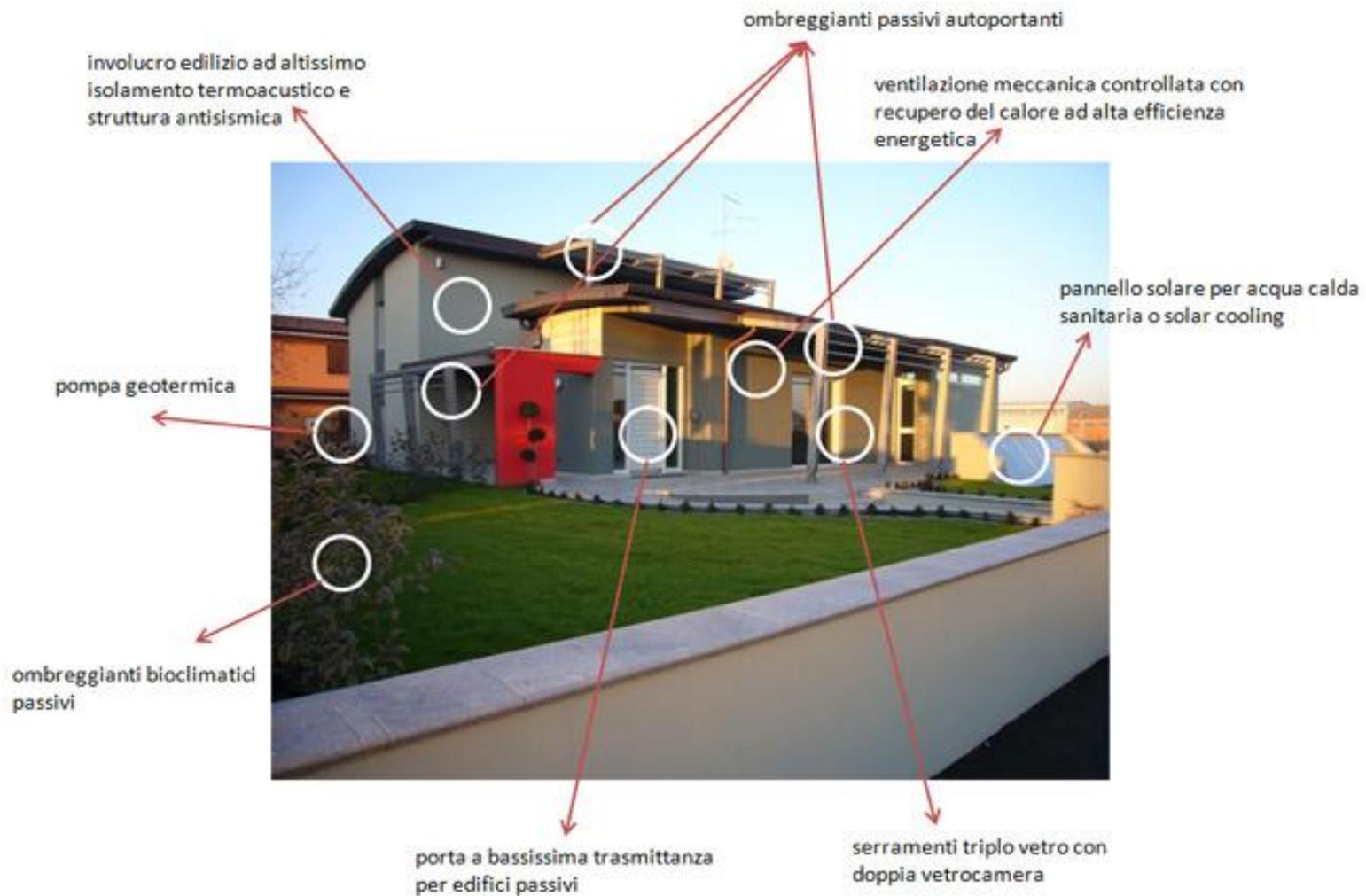
CASA PASSIVA

Edificio Passivo con 185 m ² di superficie abitabile	Consumo energetico complessivo	kWh/m²a	100%
	Consumo energetico per il riscaldamento e ventilazione	15 kWh/m ² a	36%
	Consumo energetico per la produzione di acqua calda	11 kWh/m ² a	26%
	Consumo energetico per l'illuminazione	16 kWh/m ² a	38%
	Consumo energetico complessivo	42 kWh/m²a	100%

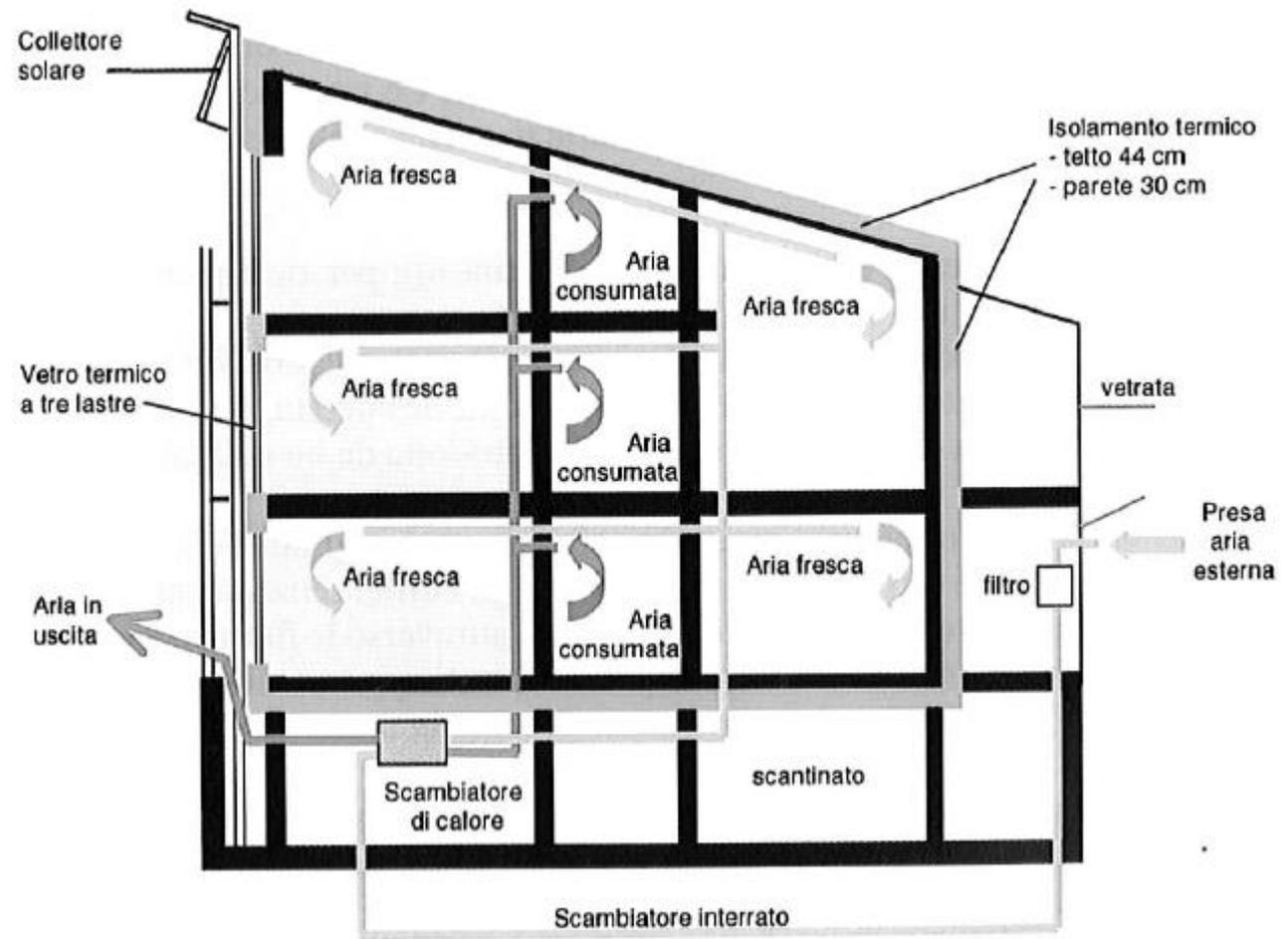
Si può notare come il consumo energetico per **il riscaldamento di un edificio italiano tipico superi di sette volte quello di un edificio passivo.**

<http://nuke.labia.it/AREE/CERTIFICAZIONEENERGETICA/casapassiva/tabid/82/Default.aspx>

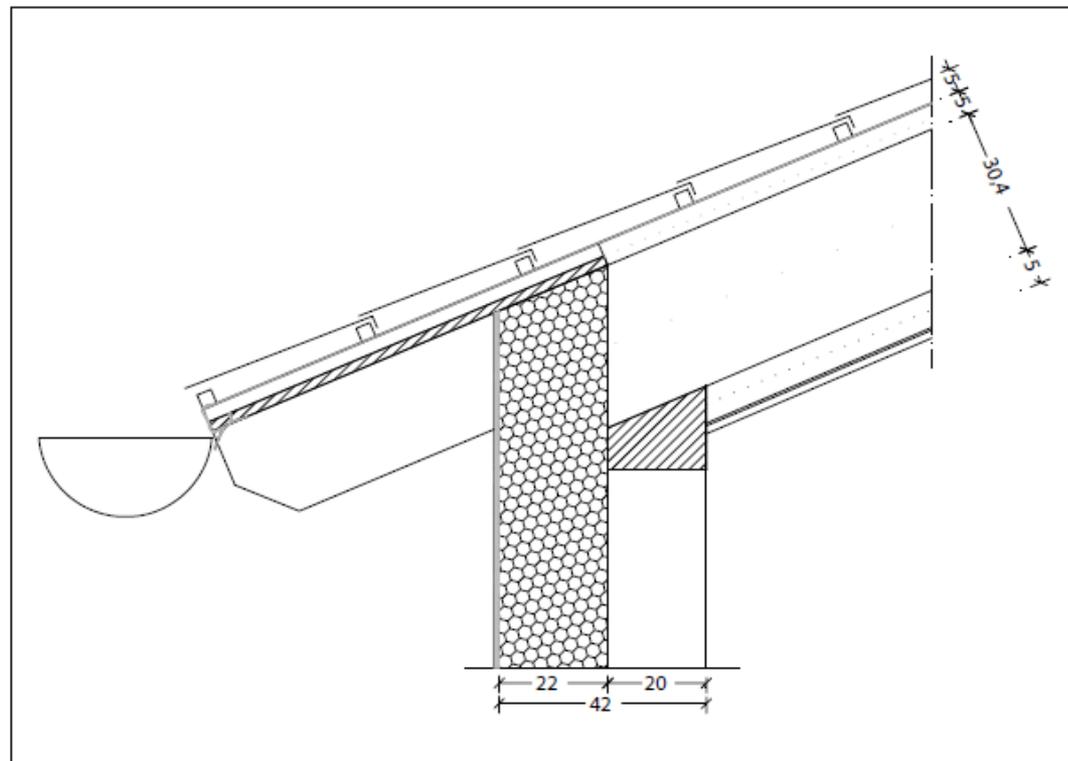
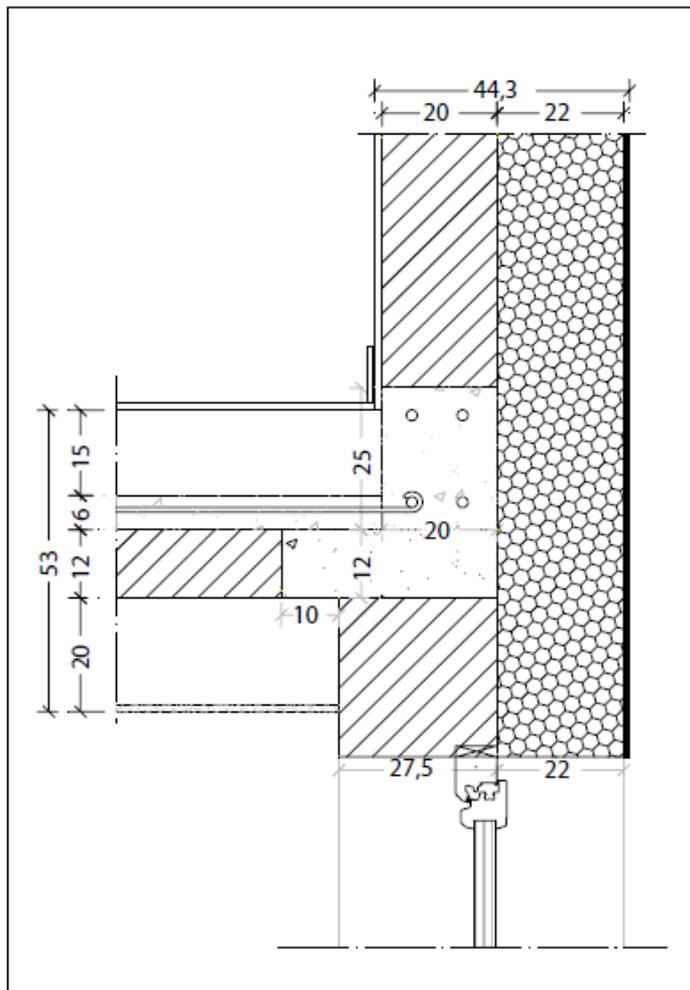
29. Casa passiva



da <http://www.casautonoma.eu/isolamenti-termici.aspx>



Sezione di un edificio passivo a Darmstadt-Kranichstein (architetti Bott-Ridder e Westemeyer) in Uwe Wenke, L'edificio Passivo



Sezioni verticali:
isolamento di parete e copertura di un edificio passivo

CASA PASSIVA - Bilancio energetico

L'energia necessaria a pareggiare il bilancio termico dell'edificio è tipicamente fornita con sistemi non convenzionali (es. pannelli solari o pompa di calore per riscaldare l'aria dell'impianto di ventilazione controllata a recupero energetico).

L'impianto di riscaldamento convenzionale si può eliminare se il fabbisogno energetico della casa è molto basso, convenzionalmente inferiore a 15 kWh al m² anno. Queste prestazioni si ottengono con una progettazione molto attenta, specie nei riguardi del sole, con l'adozione di isolamento termico ad altissime prestazioni su murature perimetrali, tetto e superfici vetrate e mediante l'adozione di sistemi di ventilazione controllata a recupero energetico.

In una casa passiva in genere non viene dunque utilizzato un impianto di riscaldamento tradizionale e la distribuzione del calore avviene nella maggior parte dei casi attraverso un sistema di ventilazione controllata (tipo con scambiatori a flusso incrociato che recuperano l'80% del calore dell'aria in uscita). I termosifoni e le superfici radianti non sono di norma necessari, anche se il loro utilizzo è ammesso: in tal caso possono essere di dimensioni ridotte.

CASA PASSIVA - Impianti

Per realizzare l'indispensabile cambio d'aria dovuto a ragioni igieniche e al medesimo tempo perdere il minor quantitativo possibile di energia, è previsto un impianto di ventilazione con recupero di calore alimentato con motori ad alta efficienza. L'aria calda in uscita (dalla cucina e dai bagni e wc) viene convogliata verso uno scambiatore a flusso, dove l'aria fredda in ingresso riceverà dall'80% sino al 90% del calore. L'aria di alimentazione viene così riconvogliata verso la casa (soggiorni e camere da letto).

Il flusso d'aria esterno prima di raggiungere lo scambiatore di calore in alcuni edifici è convogliato attraverso un pompa di calore geotermica.

Un impianto di ventilazione è indispensabile in una casa passiva, poiché se si utilizzasse l'aerazione attraverso le finestre il desiderato risparmio energetico insieme con la qualità dell'aria non sarebbe mai possibile. Gli impianti di ventilazione delle case passive sono silenziosi e altamente efficienti e necessitano di poca energia elettrica.

CASA PASSIVA – Impianti

Il rimanente fabbisogno energetico può essere prodotto con una pompa di calore. Esistono impianti aggregati (Packaged building services units o Kompaktaggregate), i quali sono una combinazione di un impianto di ventilazione ed una pompa di calore.

In questo modo è possibile riscaldare nuovamente "l'aria di alimentazione" necessaria per il riscaldamento. La stessa pompa di calore può riscaldare anche l'acqua sanitaria. Come per tutti gli impianti di riscaldamento anche in una casa passiva la pompa di calore va opportunamente dimensionata: una combinazione di riscaldamento, impianto di ventilazione, impianto per l'acqua calda è offerto da impianti compatti che necessitano di una superficie di ingombro.

Anche una caldaia a pellet con un collettore d'acqua può produrre la rimanente quantità d'energia necessaria; una stufa può bastare per un'intera villetta. Stufe tradizionali hanno persino delle prestazioni troppo elevate in rapporto alle necessità.

Un impianto ad energia solare può essere utilizzato sia per scaldare l'acqua che come compendio al sistema di riscaldamento.

CASA PASSIVA – Impianti

Il ridotto valore di fabbisogno energetico (Q_h) per l'involucro è raggiungibile agendo su tutti i contributi dispersivi e quelli relativi ai guadagni solari; il progettista che voglia realizzare un edificio a basso consumo deve sviluppare accuratamente tutti gli aspetti legati al bilancio energetico degli edifici.



Il bilancio energetico

Ht	Dispersioni per trasmissione: isolando pareti, copertura primo solaio e serramenti si riducono le dispersioni per trasmissione; il parametro da governare è la trasmittanza termica delle strutture U [W/mqK].
Hv	Dispersioni per ventilazione: con ventilazione meccanica controllata, recupero di calore e classe elevata di impermeabilità all'aria si riducono le perdite per ventilazione.
Qg	Guadagni solari: la progettazione bioclimatica e lo sfruttamento del sole aumentano gli apporti gratuiti.
Qh	Fabbisogno energetico dell'involucro.

CASA PASSIVA – Impianti

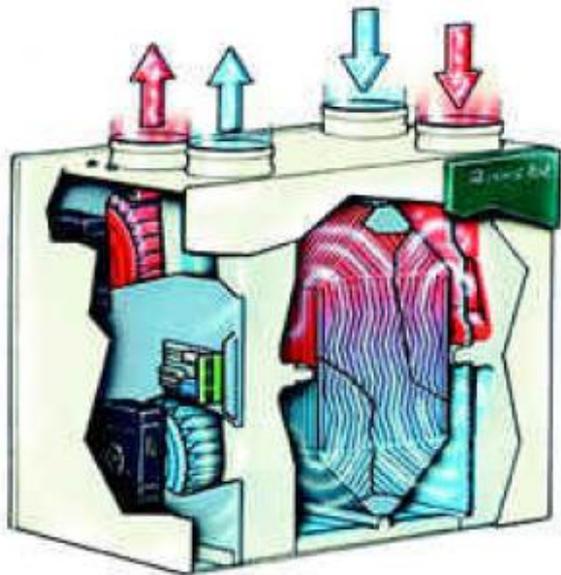


Figure 8 heat recovery unit, source: [/www.energiebureaulimburg.nl](http://www.energiebureaulimburg.nl)

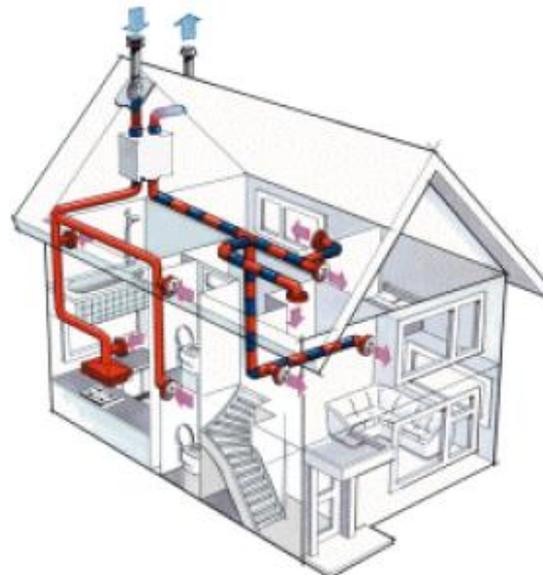


Figure 9 balanced ventilation, source: Informatiepunt Duurzaam Bouwen www.ipdubo.nl



Figure 10 heat recovery unit, source: PHI

CASA PASSIVA – Impianti

In un edificio, pur essendo dotato di un elevato isolamento termico, molto calore va disperso quando l'aria fredda penetra attraverso giunti e fessure. I punti più deboli in cui avviene la maggior parte delle infiltrazioni d'aria sono i giunti tra finestra e parete. Ancora peggio è la situazione quando la pressione avviene dall'interno. In questo caso l'aria calda e umida dell'interno si raffredda nei giunti, il vapore acqueo condensa e inumidisce le strutture. I flussi d'aria attraverso l'involucro, in qualsiasi direzione siano, si possono contrastare con delle barriere al vapore che però devono essere applicate con molta accuratezza. Un semplice guasto ad una barriera al vapore può causare perdite di calore di 800 – 1000 kWh/anno¹.

Costruire un edificio sufficientemente impermeabile alla pressione del vento non è molto difficile. Ottimi risultati si ottengono già con una parete in muratura ben intonacata. L'intonaco deve però coprire l'intera parete, da solaio a solaio. Più sensibili in questo senso sono le costruzioni di legno che possiedono molti giunti. Queste costruzioni vengono normalmente impermeabilizzate con teli di polietilene (PE) stesi sul lato interno dell'isolamento termico. Per garantire l'impermeabilità, i teli devono essere applicati a giunti sfalsati e incollati con appositi nastri adesivi.

CASA PASSIVA – Impianti

L'impermeabilità dell'involucro di un edificio passivo è accertata mediante uno speciale test, il cosiddetto Blower-Door-Test, descritto dalla norma ISO/DIS 9972. Con il test si misura il ricambio d'aria per infiltrazione in condizione di una differenza di pressione di 50 Pa (Pascal). Il numero di ricambi d'aria in questa condizione (n_{50}) è dato dalla seguente formula:

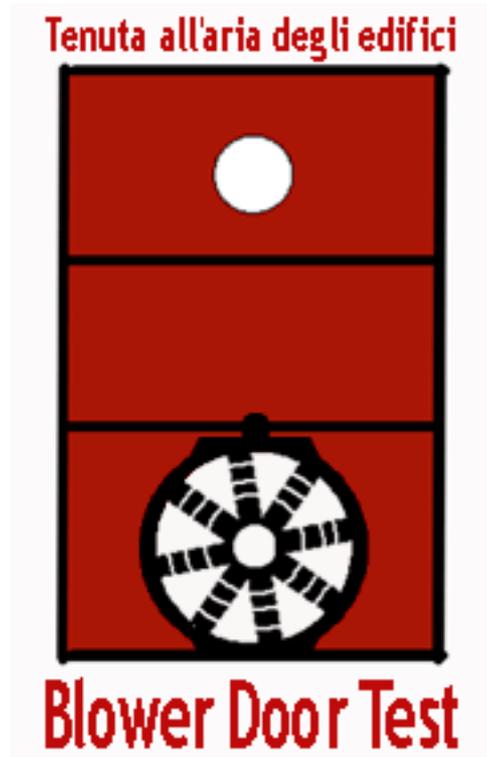
$$n_{50} = V'_{50} / V_L$$

dove:

V'_{50} è il volume d'aria infiltrata

V_L è il volume riscaldato (o climatizzato) dell'edificio.

Per gli edifici passivi il valore n_{50} deve essere compreso tra 0,2 e 0,6 h⁻¹



CASA PASSIVA

DOMANDE E RISPOSTE – ing. Michele De Beni

(www.quotidianocasa.it/2007/10/10/3663/casa-passiva-realta-o-utopia.html)

Quali sono le principali difficoltà che la casa passiva incontra attualmente in Italia?

«Sicuramente la mancanza di cultura progettuale. Nel senso che finché dobbiamo costruire la forma di qualcosa senza preoccuparci del funzionamento, il modo in cui viene progettata non è così importante (se progetto un'autovettura che non deve andare in strada, non occorre che io rispetti determinati parametri. Ciò che conta è l'aspetto esteriore)»

Che significa “scarsa capacità progettuale”, in questo specifico ambito?

«Scarsa conoscenza dei materiali, e conseguente mediocre capacità di elaborarli, al fine di ottenere, per esempio, una casa passiva. Lo si può facilmente constatare se pensiamo a quanta energia spendiamo per riscaldare un'abitazione: tantissima. Mentre attraverso l'uso di materiali appropriati, quindi di alta qualità, sostenuti da una progettazione semplice ma efficace, com'è il caso della 'casa passiva', è possibile raggiungere risultati ottimali con l'impiego di una quantità limitata di energia»

CASA PASSIVA

DOMANDE E RISPOSTE – ing. Michele De Beni

(www.quotidianocasa.it/2007/10/10/3663/casa-passiva-realta-o-utopia.html)

Come immagina lo sviluppo di questo specifico settore dell'edilizia in Italia?

«Si tratta di una strada obbligata. Il gap con realtà vicine a noi diventa sempre più marcato. E in ogni caso la costruzione di edifici a ridotto consumo energetico non è un'opzione, è un obbligo. Altrimenti sarà presto inevitabile vivere in case molto fredde o molto calde, a meno che non vogliamo dotarci di una centrale nucleare dietro ogni casa»

La casa passiva è per definizione anche ecologica, qualunque cosa significhi questa espressione?

«Perché abbiamo bisogno di costruirci un secchio? Per contenere dell'acqua che diversamente si disperderebbe. Quindi il primo aspetto che devo prendere in considerazione nel progettare il secchio non è se devo realizzarlo in metallo, in plastica, in paglia o in cemento armato. Il punto è che riesca a contenere l'acqua »

CASA PASSIVA

DOMANDE E RISPOSTE – ing. Michele De Beni

(www.quotidianocasa.it/2007/10/10/3663/casa-passiva-realta-o-utopia.html)

«**Lo stesso vale per la casa passiva:** assodato che la progettazione e la tecnologia che userò mi farà risparmiare energia, tenuto cioè presente che il mio progetto inquinerà dieci volte meno di un edificio normale, sia in termini di costruzione che di gestione, potrò scegliere i materiali che voglio. Ma si tratta comunque di un'opzione: posso realizzare una casa passiva con materiali 'naturali' isolanti, ricorrendo per esempio alla bioedilizia. Ed è vero anche il contrario: posso costruire una casa in bioedilizia che però all'atto pratico inquina moltissimo. In ogni caso l'obiettivo resta la costruzione di una casa confortevole, in cui sto bene. Ed è coerente con questo scopo che si usino materiali che abbiano uno scarso impatto sull'ambiente»

CASA PASSIVA

DOMANDE E RISPOSTE – arch. Marta Carugati/Associazione Paea

Casa passiva: una definizione che non convince le persone fino in fondo, in un mondo in cui l'essere attivi significa produrre e consumare.

A volte mi domando quale significato possa attribuire a quel termine “passiva” chi non è del mestiere. La risposta che mi do non è mai positiva, anche se vivere in una casa passiva significa vivere meglio. Inoltre la maggior parte delle case passive che ho visitato è molto accogliente e confortevole. In estate non fa troppo caldo e in inverno non fa troppo freddo, l'aria è sempre fresca, pulita, e le bollette, incredibile, si leggono con un sorriso sulle labbra. Il comfort è garantito da una tecnologia nascosta e silenziosa. Così il termine “passivo” indica la predisposizione a non dover produrre calore da una fonte tipo la comune caldaia, ma a consumare passivamente quello di scarto di altre fonti già presenti: persone, apparecchi domestici e non da ultimo, il Sole.

CASA PASSIVA

Bisogna considerare che la prima difficoltà è di carattere culturale e politico. Siamo da anni immersi in una quotidianità fatta di sprechi a cui siamo ormai abituati. Come si può riconvertire l'atto di sprecare e di costruire male a cui si è giunti oggi, in una presa di consapevolezza che ponga come obiettivo primario la qualità del costruito in termini energetici e di maggior comfort abitativo?

È importante che ogni attore coinvolto, sia egli progettista, costruttore, impiantista o abitante, diventi il tramite di questa qualità. Molte case, anche di recente costruzione, hanno seri problemi di umidità che ne pregiudicano la vivibilità e la salubrità dei locali ma hanno comunque un prezzo di mercato altissimo. Questo perché gli elementi che contano nella valutazione di una casa sono: il posto in cui è ubicata, la vicinanza alle infrastrutture, la metratura e non ultimo il tipo di finitura intesa molto spesso solo come bellezza dei rivestimenti.

Casa Passiva o Passivhaus ?

La definizione di uno standard per le case passive offre numerosi vantaggi. Probabilmente è una delle ragioni alla base dell'espansione del mercato di case a basso consumo in Nord Europa.

Comunque, sebbene nell'Europa Centrale l'espressione Casa Passiva sia fortemente associata allo standard Passivhaus, non è necessariamente così nei paesi dell'Europa Meridionale (Spagna, Portogallo, Italia e Grecia). In quest'area il termine Casa Passiva continua ad indicare un'abitazione costruita secondo alcuni principi generali della Progettazione Passiva, in particolare della progettazione solare passiva.

Ai professionisti di molti paesi l'espressione "Casa Passiva" indica un'abitazione progettata secondo i canoni della Progettazione Passiva. "Casa Passiva" indica quindi un'abitazione in cui i servizi essenziali come la luce, il calore, il fresco e la ventilazione sono forniti in maniera preferenziale con Sistemi Passivi.

Casa Passiva o Passivhaus ?

Per quanto la standardizzazione dei fini e dei mezzi possa essere considerata la principale ragione del sensibile successo della Passivhaus, ci sono ulteriori ragioni:

le soluzioni tecniche previste dallo standard permettono agli edifici di mantenere pressoché la stessa estetica delle normali costruzioni;

le soluzioni tecniche hanno un costo relativamente accessibile: una casa costruita secondo i principi dello standard Passivhaus ha costi di costruzione al massimo del 10% più elevati rispetto ad una casa standard. Comunque spesso, come dimostra l'esperienza della Germania, i costi aggiuntivi si aggirano intorno al 4-6% in più rispetto allo standard tradizionale (anno 2007).

Attualmente in Germania si costruiscono qualche centinaio di unità all'anno, cosa che fa prevedere il raggiungimento (entro il 2010, ndr) di una quota di mercato del 20%.

Costo Passivhaus (fonte: osservatorio mercato immobiliare, sett.2005)

	Costi di costruzione specifici		Incremento percentuale
	Normativa [Euro/m ²]	Passivhaus [Euro/m ²]	
Germania	1 400	1 494	6,7%
Italia (Milano)	1 200	1 284	7,0%
Francia	940	1 034	10,0%
Spagna (Siviglia)	720	740	2,8%
Portogallo	800	858	7,2%
Gran Bretagna	881	930	5,5%

È comunque necessario ricordare che il costo finale di un edificio nuovo include oltre al costo di costruzione anche il costo del terreno e il margine di profitto del costruttore e/o dell'agenzia immobiliare, per cui esso può risultare anche diverse volte maggiore del semplice costo di costruzione. A titolo di esempio, se il costo di costruzione a Milano è in media 1 200 euro/m², il prezzo medio di acquisto varia tra circa 4000 €/m² (periferia) e 7000 €/m² (centro città).

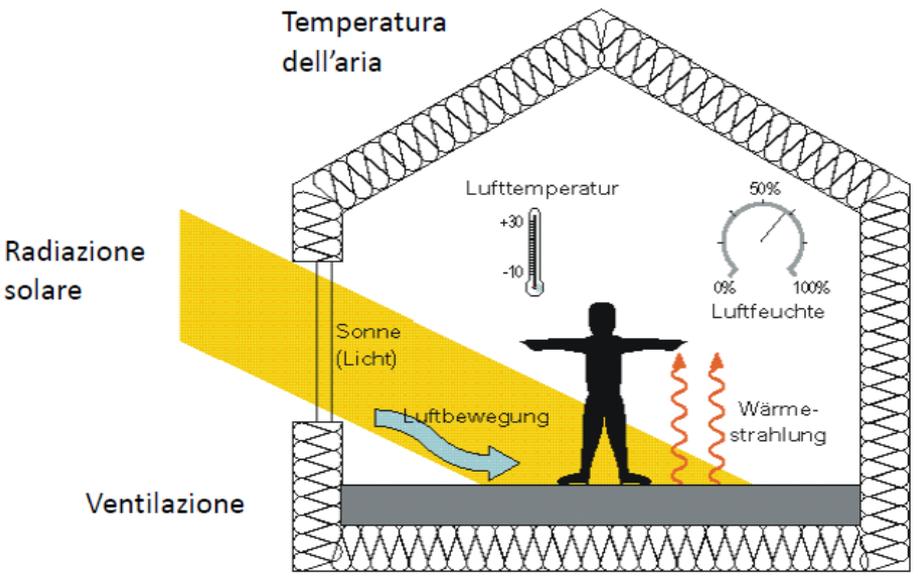
Costo Passivhaus (da www.passive-on.org)

Si ricorda comunque che anche se una Passivhaus può avere un costo maggiore, essa offre per tutta la sua vita utile notevoli risparmi nella bolletta energetica. Una tipica Passivhaus ha bisogno solo del 15-25% dell'energia necessaria per climatizzare in inverno un edificio costruito in conformità agli standard minimi di Legge.

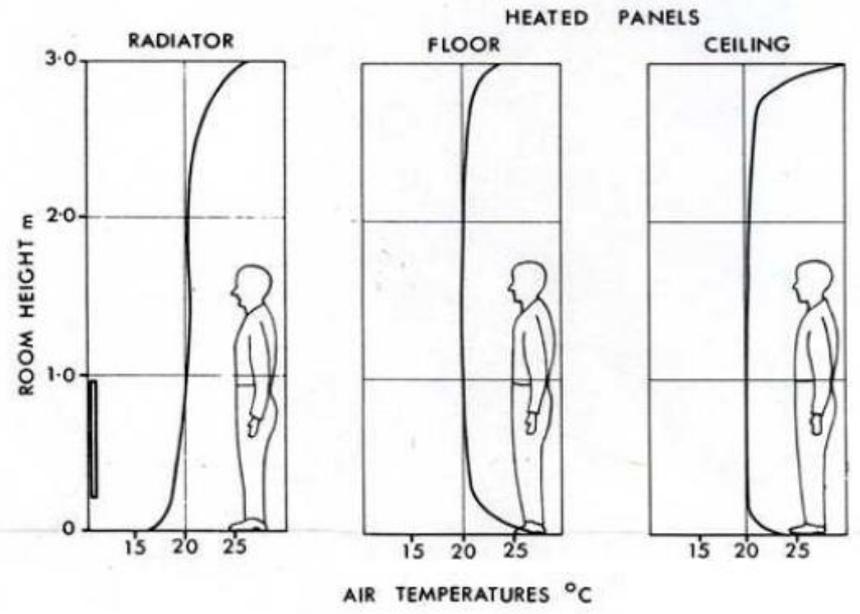
Considerando, quindi, i costi dell'energia, la riduzione degli importi delle bollette del gas e dell'elettricità compensano gli extra costi di costruzione di una Passivhaus in meno di 20 anni (un periodo di 20 anni può sembrare un periodo molto lungo, ma rappresenta solo una frazione della vita utile di un edificio o di un appartamento).

Tuttavia è probabilmente riduttivo considerare gli extracosti di una Passivhaus esclusivamente in termini di un puro investimento finanziario. Gli edifici conformi allo standard Passivhaus garantiscono migliori condizioni di comfort per gli occupanti: la migliore tenuta all'aria evita le correnti d'aria fredda invernali, l'aumento della resistenza termica degli elementi opachi dell'involucro fa sì che la temperatura delle superfici interne sia più alta in inverno e più bassa in estate, i sistemi di ventilazione meccanica ...

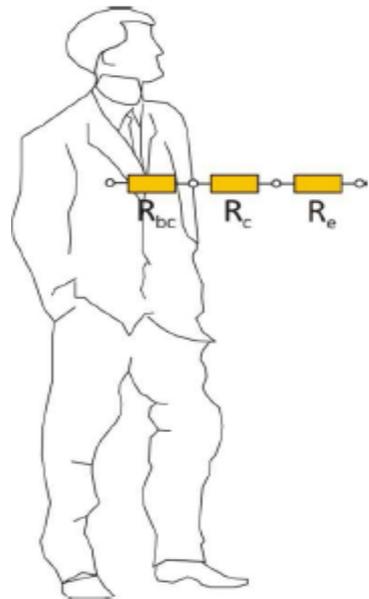
Comfort termoigrometrico



Umidità dell'aria



Condizioni termoisometriche



Temperatura corporea	37 °C
Temperatura della pelle	34 °C
Temperatura dell'aria	22 °C

Metabolismo:

seduto

1.0 met = 59 W/m²

Abbigliamento:

Camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe

1 clo ≈ 0.155 m²K/W

$$R_{tot} = R_{bc} + R_c + R_e$$

$$R_{bc} = \frac{37 - 34}{59} = 0.051 \text{ m}^2\text{K/W}$$

R_c := resistenza dovuta all'abbigliamento

$$R_e = 0.125 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Flusso termico scambiato

$$q = \frac{\Delta\theta}{R_{bc} + R_c + R_e} = \frac{15}{0.051 + 0.155 + 0.125} = 48 \text{ W/m}^2$$

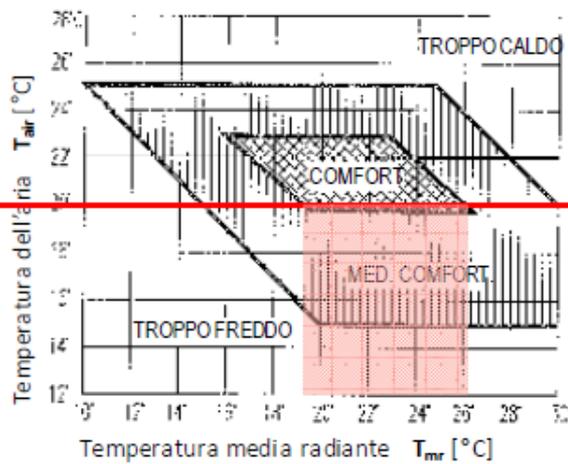
59 W/m² > 48 W/m² → surriscaldamento corporeo

Reazioni possibili:

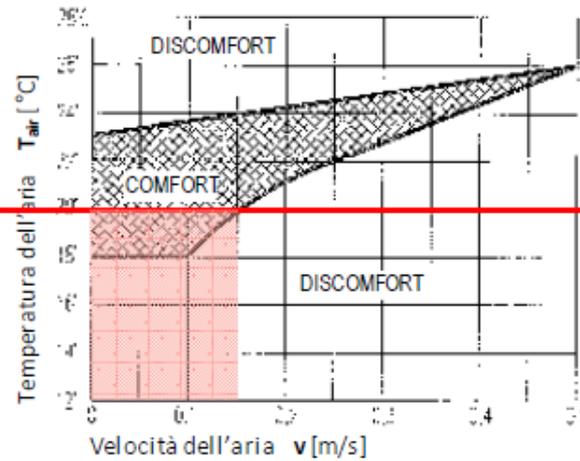
1. diminuire R_c
2. cambiare la temperatura dell'aria
3. cambiare attività

(2010 ing. Matteo D'Antoni – corso VEA ARES)

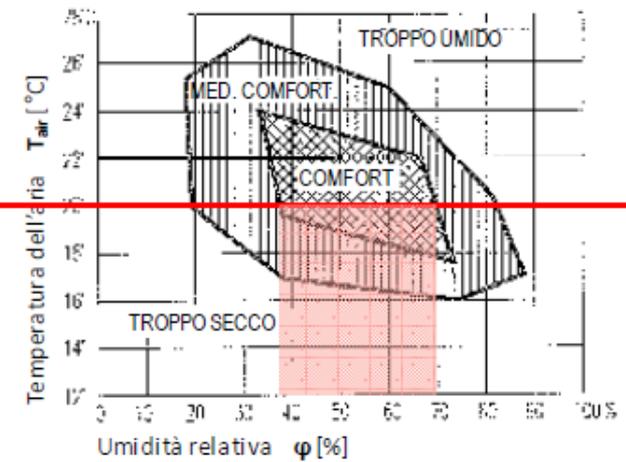
Condizioni comfort ambientale



$$19.5 \text{ °C} < T_{mr} < 26 \text{ °C}$$



$$0 \text{ m/s} < v_{air} < 0.15 \text{ m/s}$$



$$38 \% < \phi < 70 \%$$

Linea rossa: temperatura dell'aria 20° (2010 ing. Matteo D'Antoni – corso VEA ARES)

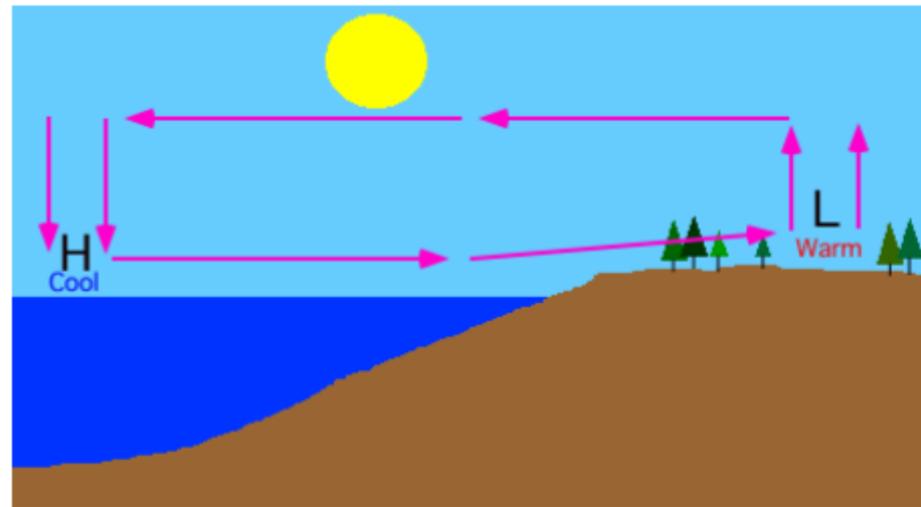
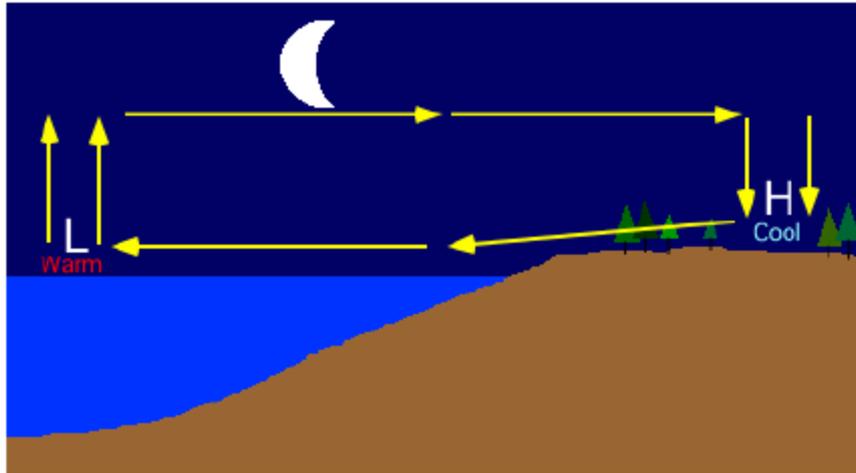
Analisi del clima e dell'ambiente

Studio del macroclima (regione), mesoclima (città), microclima (sito).

Fattori climatici (radiazione solare, vento, temperatura (l'aria non viene riscaldata direttamente dalla radiazione solare ma dallo scambio convettivo con la superficie terrestre), gradi giorno, ore di luce, ore di riscaldamento, precipitazioni, pressione atmosferica, umidità, ...).

Fattori geografici – suolo (terreni aridi: determinano temperature più elevate e minore umidità; terreni umidi: determinano temperature più basse in abbinamento a umidità più elevata; terreni spogli: maggiori escursioni termiche giornaliere; terreni erbosi: elevata capacità di assorbire calore in abbinamento con processi di evaporazione); albedo (riflessione dell'energia dovuta al tipo di superficie); presenza di corpi d'acqua (movimenti d'aria da terreno all'acqua acqua: temperature più alte e maggiori escursioni termiche giornaliere e annuali; movimenti d'aria dall'acqua verso il terreno: temperature più bassa ed escursioni termiche più contenute).

brezza di mare e di terra



Analisi del clima e dell'ambiente

Presenza di vegetazione; effetto: ombreggiamento e protezione del vento; durante il periodo estivo limita l'eccessiva traspirazione e il surriscaldamento degli ambienti abitati (effetto positivo); durante la stagione invernale limita l'evaporazione delle precipitazioni atmosferiche e limita i guadagni solari (effetto negativo).

Ventosità: a parità di altre condizioni, la velocità con cui un edificio viene investito, influenza direttamente lo scambio termico nel periodo invernale ed estivo.

Studio della densità antropica ed effetti dovuti alla presenza di altri edifici.

Studio del fattore di forma e scelta della tipologia architettonica in funzione del clima.

Fattori climatici

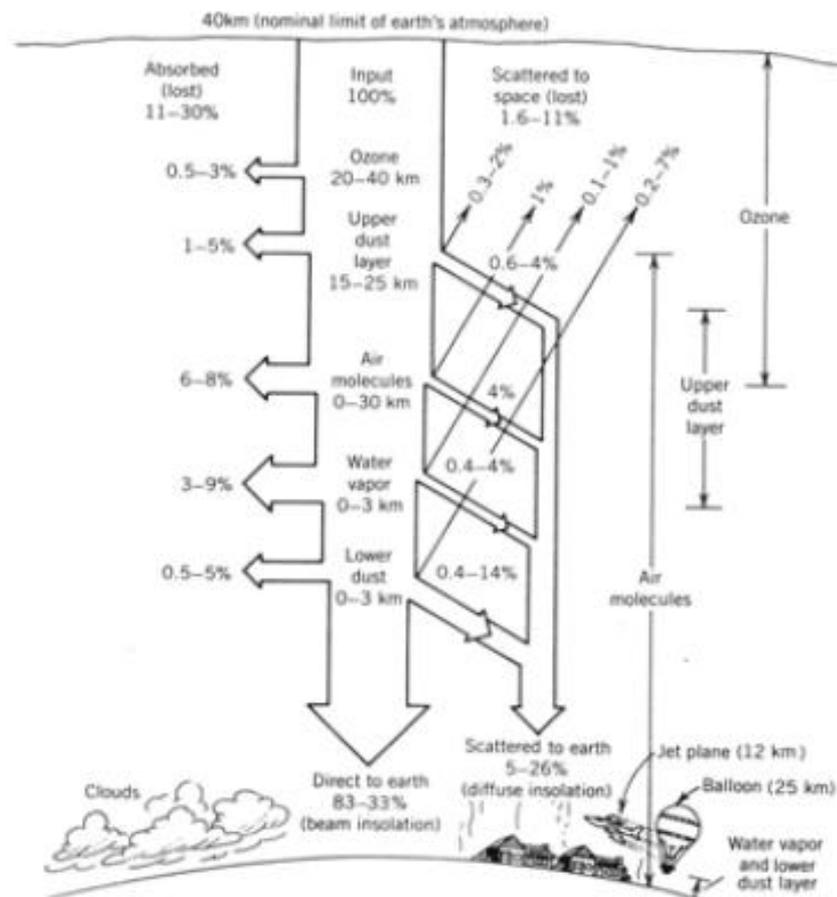
Radiazione solare

Misurazioni in sito

Calcoli astronomici

Dati climatici norme UNI

Profili climatici statistici ENEA

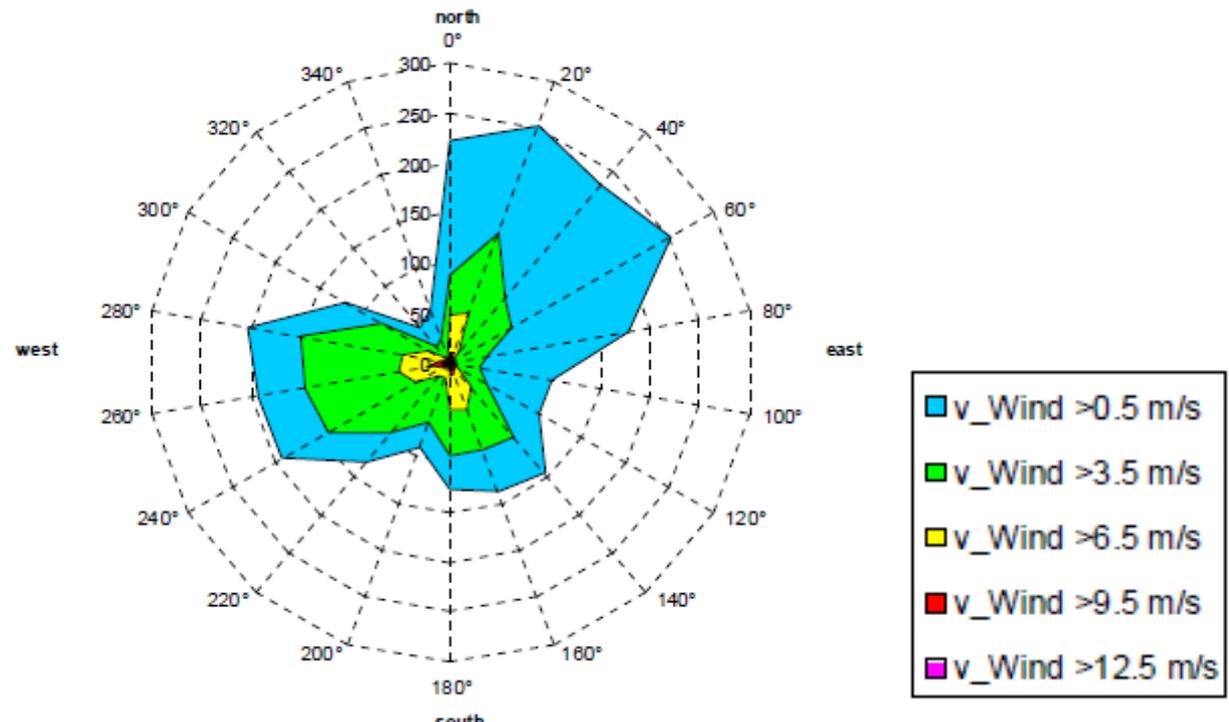


Fattori climatici

Vento (movimento d'aria causato da un gradiente di pressione)

Misurazioni in sito (direzione e intensità)

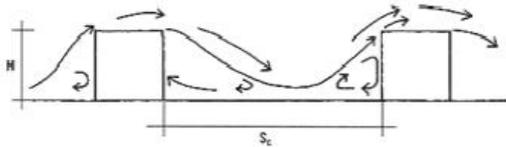
Carte del vento



Fattori climatici

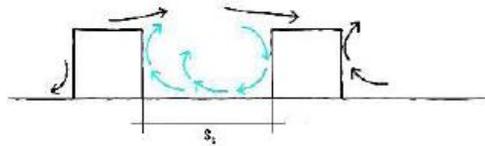
Vento

una barriera frangivento può modificare in senso positivo o negativo la velocità con cui un edificio viene investito (influenza sullo scambio termico nel periodo invernale ed estivo)



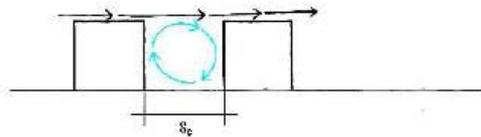
Centri urbani a bassa densità

- il vento si stabilizza negli spazi aperti tra gli edifici;



Centri urbani a media densità

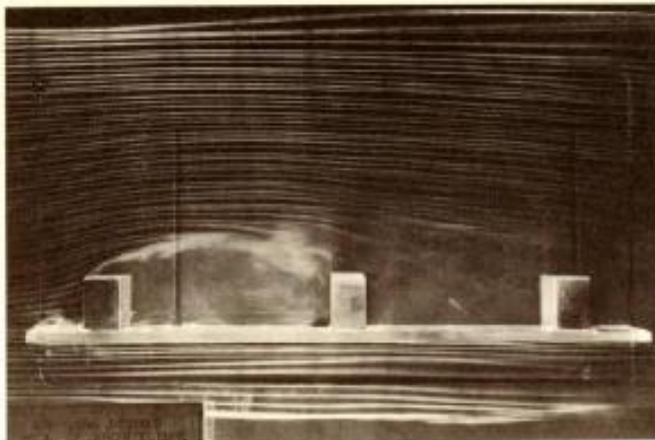
- il vento scorre sopra gli edifici favorendo ricircoli aperti d'aria;



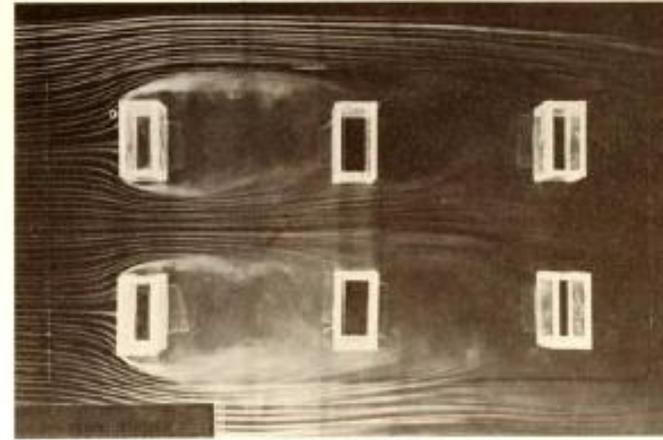
Centri urbani ad alta densità

- il vento crea vortici chiusi delimitati tra gli edifici;

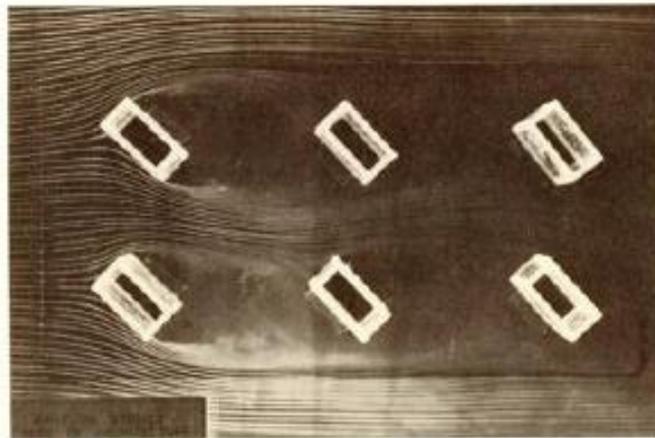
(2010 ing. Matteo D'Antoni – corso VEA ARES)



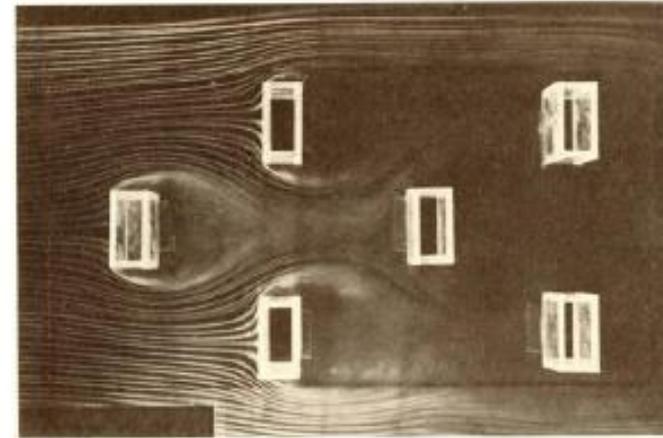
196. Wind shadow effect of parallel rows.



197. Wind protection with linear housing arrangement.



198. Wind protection effect in housing layout.



199. Utilization of summer breezes.

Clima temperato: ville a Costozza (VI)



Villa Trento-Carli



Villa Eolia



Villa da Schio



Villa Trento-Morlini



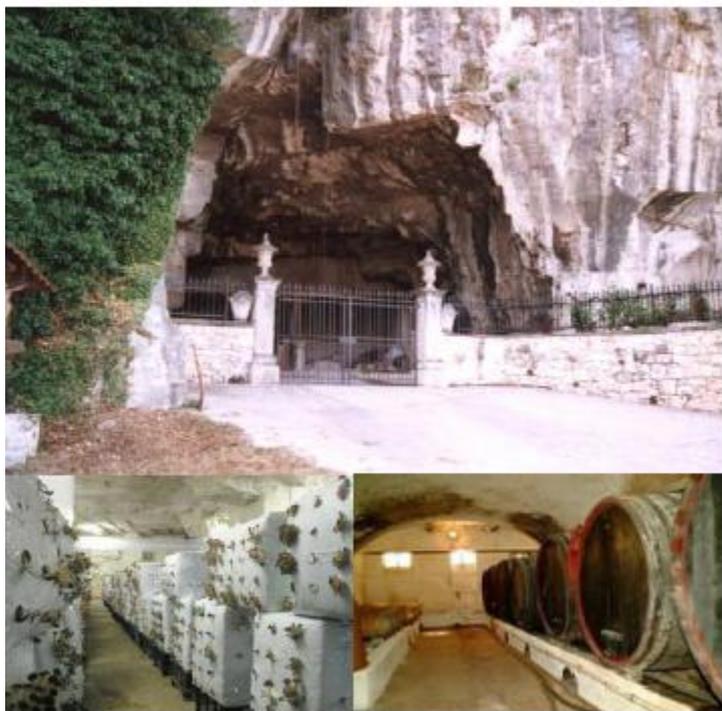
Cà Molina



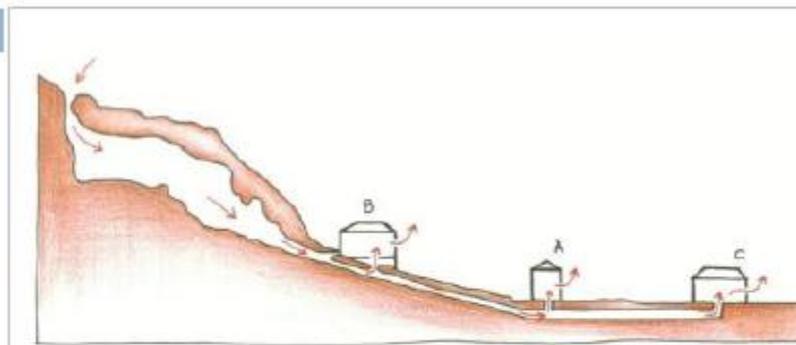
Villino Garzadori

(2010 arch. Marina Vio – corso VEA ARES)

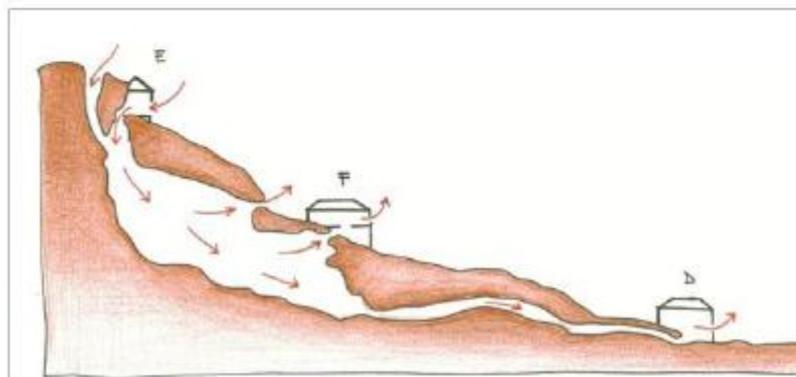
Clima temperato: ville a Costozza (VI)



I covoli



Il complesso Trento



Il complesso Da Schio

(2010 arch. Marina Vio – corso VEA ARES)

Clima temperato: ville a Costozza (VI)



(2010 arch. Marina Vio – corso VEA ARES)

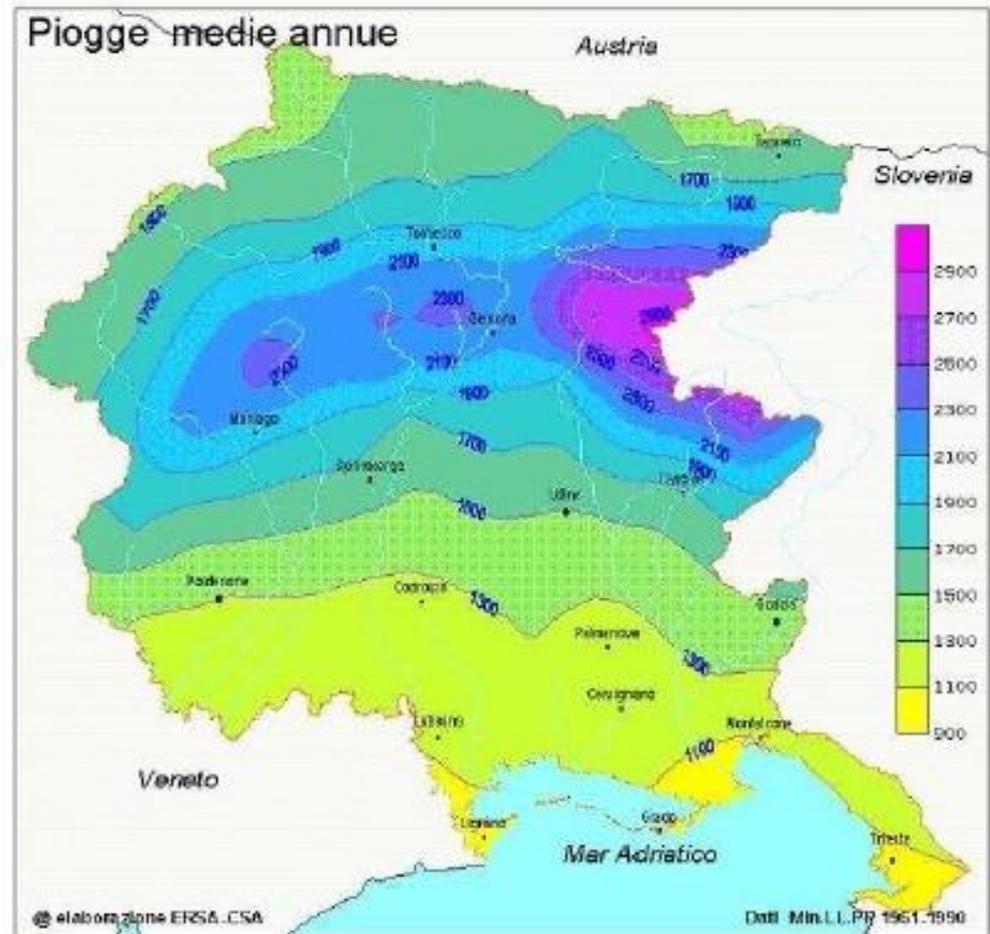
Fattori climatici

Precipitazioni

Misure in sito dei mm/m²
e frequenza

Pressione atmosferica

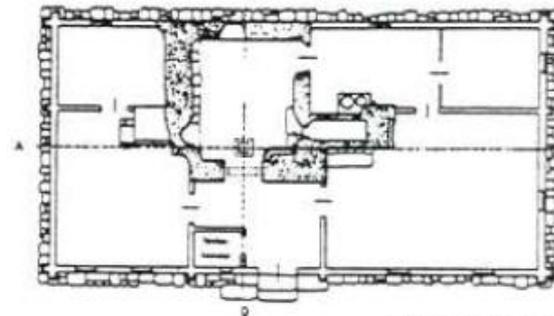
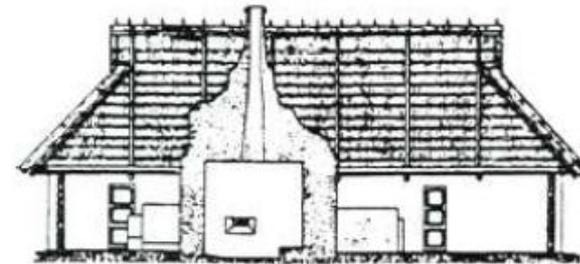
Umidità



CLIMA FREDDO

- radiazione solare: $< 1400 \text{ kWh/m}^2 \text{ s.l.m.}$;
- temperatura: $T_{\text{min,av}} < -15 \text{ }^\circ\text{C}$;
 $T_{\text{av}} < +10 \text{ }^\circ\text{C}$;
- umidità relativa: $\varphi_{\text{av}} < 60\%$, φ elevata durante inverno;
- precipitazioni: $< 500 \text{ mm}$;
- geometria ottimale: tra 1:1.3;

- ridurre le dispersioni → rapporto S/V basso, minimizzare l'area della copertura;
- aumentare carichi solari → limitare la facciata a nord;
- ridurre le dispersioni → rapporto S/V basso;
- favorire l'illuminazione naturale → buona superficie finestrata;

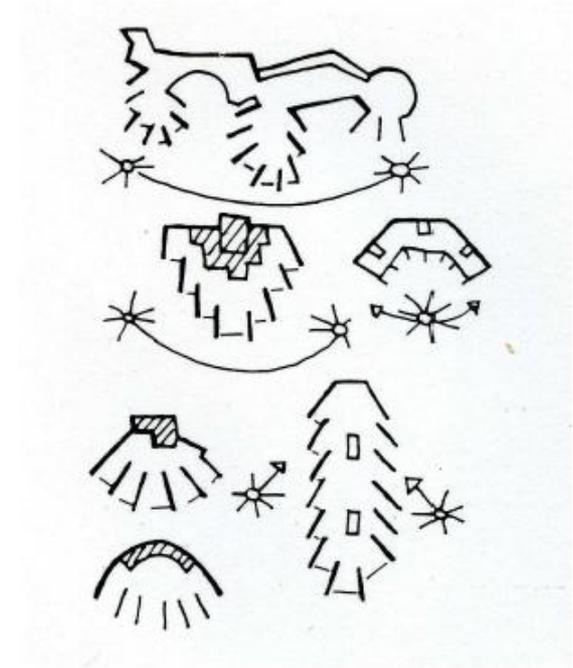


Udine, 26/10/2010

© 2010 – Ing. Matteo D'Antoni

CLIMA TEMPERATO

- radiazione solare: 1150-1630 kWh/m² s.l.m.;
- temperatura: $T_{\min,av} > -15\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 $T_{\max,av} < 25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 $T_{av} = 10\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 $-30\text{ K} < T < 37\text{ K}$;
- umidità relativa: $\varphi_{av} \approx 60\%$, raramente $>80\%$ quanto $T > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- precipitazioni: 500-2000 mm su tutto l'arco dell'anno;
- geometria ottimale: 1:1.6;
- capacità termica → profondità dell'edificio opportunamente dimensionata;
- ridurre carichi solari → limitare la facciata a ovest;
- controllare la ventilazione → superfici finestrate medie;



CLIMA CALDO UMIDO

- radiazione solare: 1350-1850 kWh/m² s.l.m.;
- temperatura: $T_{av} = 20-30$ °C;
- umidità relativa: $\varphi_{av} > 60\%$;
- precipitazioni: > 200 mm in forma di forti piogge;
- geometria ottimale: 1:1.7;

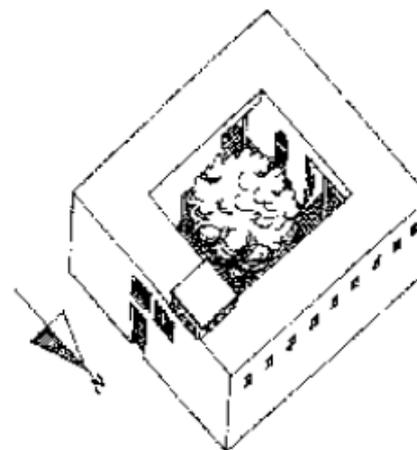
- favorire la ventilazione → si deve minimizzare la profondità dell'edificio;
- ridurre i carichi gratuiti → si deve minimizzare le facciate ad ovest e massimizzare quelle a nord e sud;
- rendere efficace la ventilazione notturna → massimizzare le superficie interne;



CLIMA CALDO SECCO

- radiazione solare: $> 1850 \text{ kWh/m}^2 \text{ s.l.m.}$;
- temperatura: $T_{\min} > -10 \text{ }^\circ\text{C}$;
 $T_{\max} \approx 45 \text{ }^\circ\text{C}$;
 $T_{\text{av}} > 20 \text{ }^\circ\text{C}$;
forti escursioni termiche;
- umidità relativa: $\varphi_{\text{av}} \leq 40\%$;
- precipitazioni: $< 100 \text{ mm}$;
- geometria ottimale: 1:1.3;

- riduzione carichi gratuiti \rightarrow minimizzare facciate sud ed ovest;
- riduzione carichi gratuiti e dispersioni \rightarrow rapporto S/V basso;
- aumento della capacità termica \rightarrow aumentare la profondità dell'edificio;



TIPOLOGIE COSTRUTTIVE IN FUNZIONE DEL CLIMA

CLIMA FREDDO

- basse pendenze della copertura permettono il deposito della neve (schermatura nei confronti dei venti freddi);
- costruzioni in legno pesanti;

CLIMA TEMPERATO

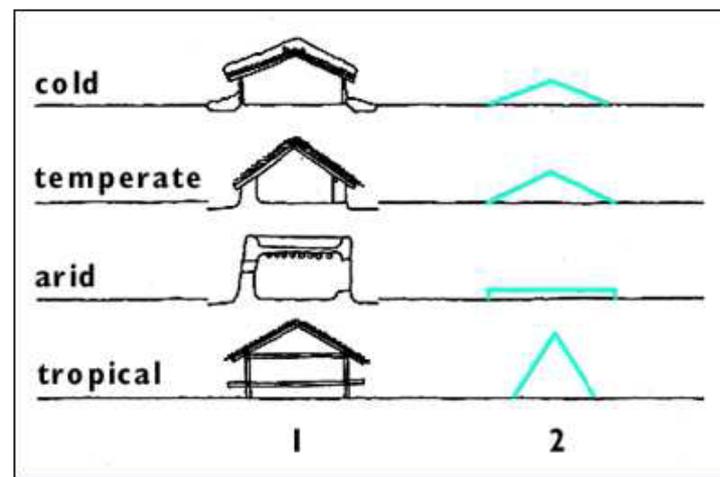
- pendenze basse della copertura facilitano l'allontanamento della pioggia;
- la muratura è più isolata della copertura;

CLIMA CALDO SECCO

- tetto piano per favorire la stagnazione della pioggia;
- la copertura è sorretta da murature in pietra o argilla;

CLIMA CALDO UMIDO

- pendenze della copertura maggiori permettono l'allontanamento della pioggia ed una efficace ventilazione naturale;
- costruzione in legno, la copertura ha un ruolo più importante della muratura;



Tipologie costruttive e configurazioni della copertura in differenti regioni climatiche

Fattori geografici

Orientamento

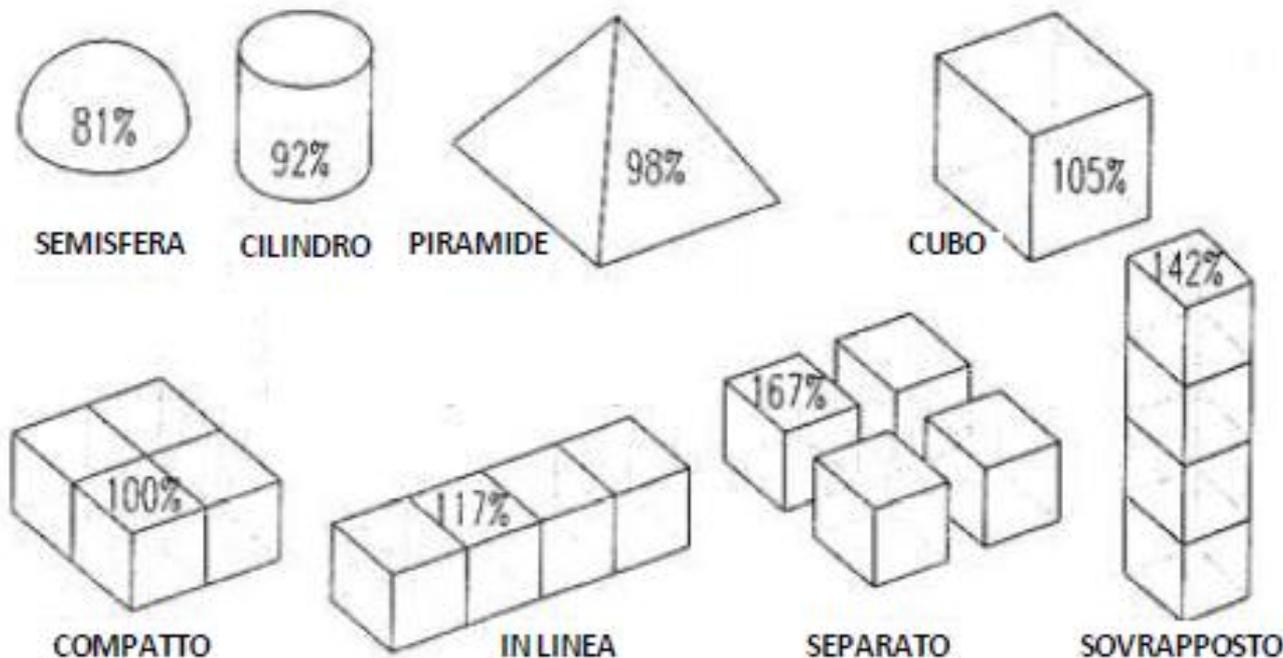
influenza fabbisogno di riscaldamento e di raffrescamento

Orientamento della facciata		Apporti di energia solare in % dal massimo apporto				
		a	b	c	d	Totale
	A	3,67	15,82	50,78	15,82	86,10
	B	2,61	22,49	36,14	22,49	83,74
	C	5,23	11,25	72,27	11,25	100,00
	A	3,83	25,79	46,42	8,25	74,95
	B	2,71	36,76	33,02	11,71	84,20
	C	5,42	18,38	66,04	5,86	95,70
	A	3,96	36,57	36,57	3,96	81,06
	B	2,80	52,02	26,00	5,60	86,45
	C	5,60	26,00	52,02	2,80	86,45
	A	8,25	46,42	25,79	3,83	74,95
	B	5,85	66,04	18,38	5,42	95,70
	C	11,71	33,02	36,76	2,71	84,20

Fattori tipologici

Rapporto di forma S/V

tutte le forme allungate sul lato Nord-Sud funzionano sia d'inverno che d'estate con minore efficienza di quelle quadrate; la forma ottimale sta in ogni caso in una forma allungata lungo la direzione Est-Ovest



(da V. Olgyay
Design with climate)

Isola di calore (URBAN HEAT ISLAND)

CAUSE

aree rurali: ricche di vegetazione e di suolo permeabile; raffrescamento evaporativo efficace;

aree urbane: cementificazione; raffrescamento evaporativo non è efficace;

calore prodotto da veicoli, dagli edifici e dall'illuminazione e impianti;

materiali: asfalto, cemento, laterizio hanno una miglior conduttività termica rispetto all'aria;

l'azione dei venti dominanti locali diventa meno efficace;

CONSEGUENZE

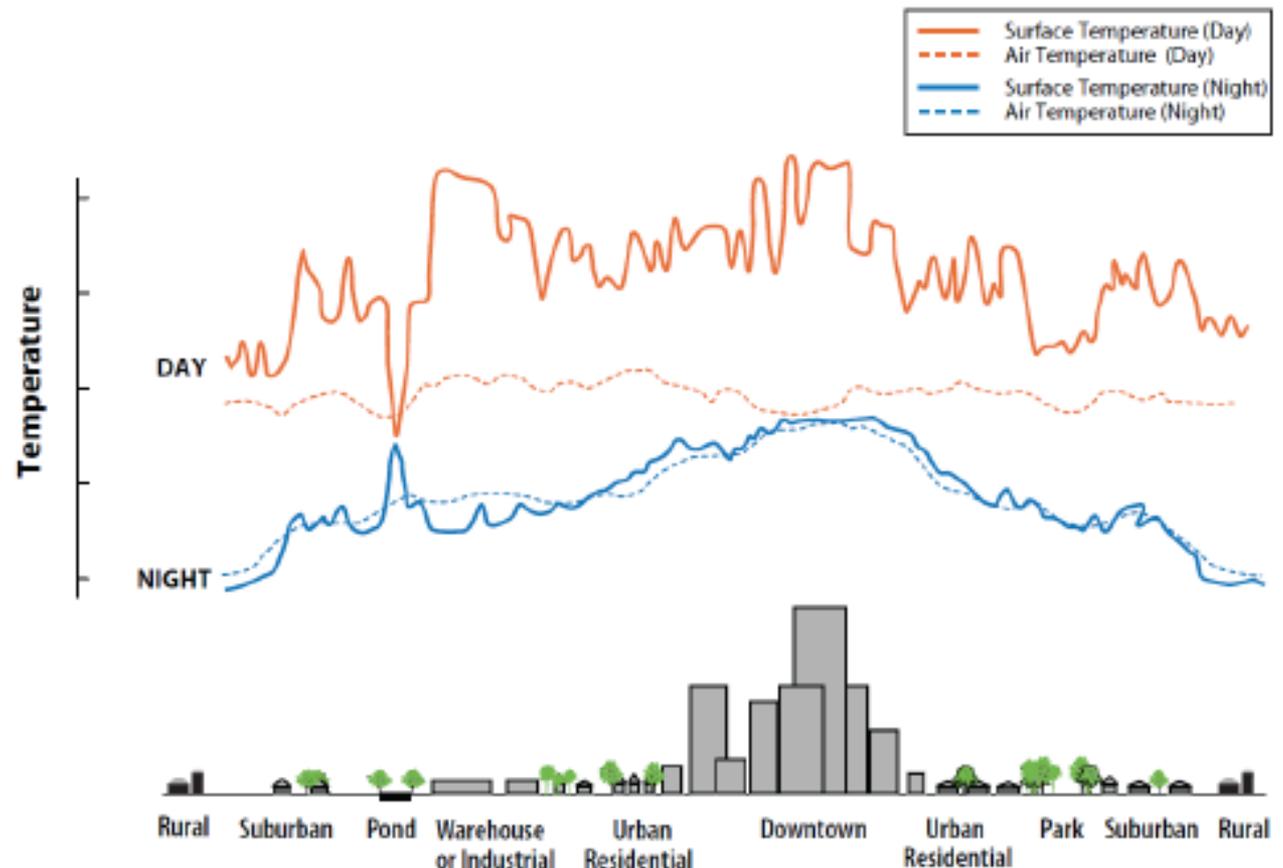
eventi climatici estremi;

aumento del consumo energetico durante il periodo estivo;

alte temperature;

aumento dei problemi della salute;

Isola di calore (URBAN HEAT ISLAND)

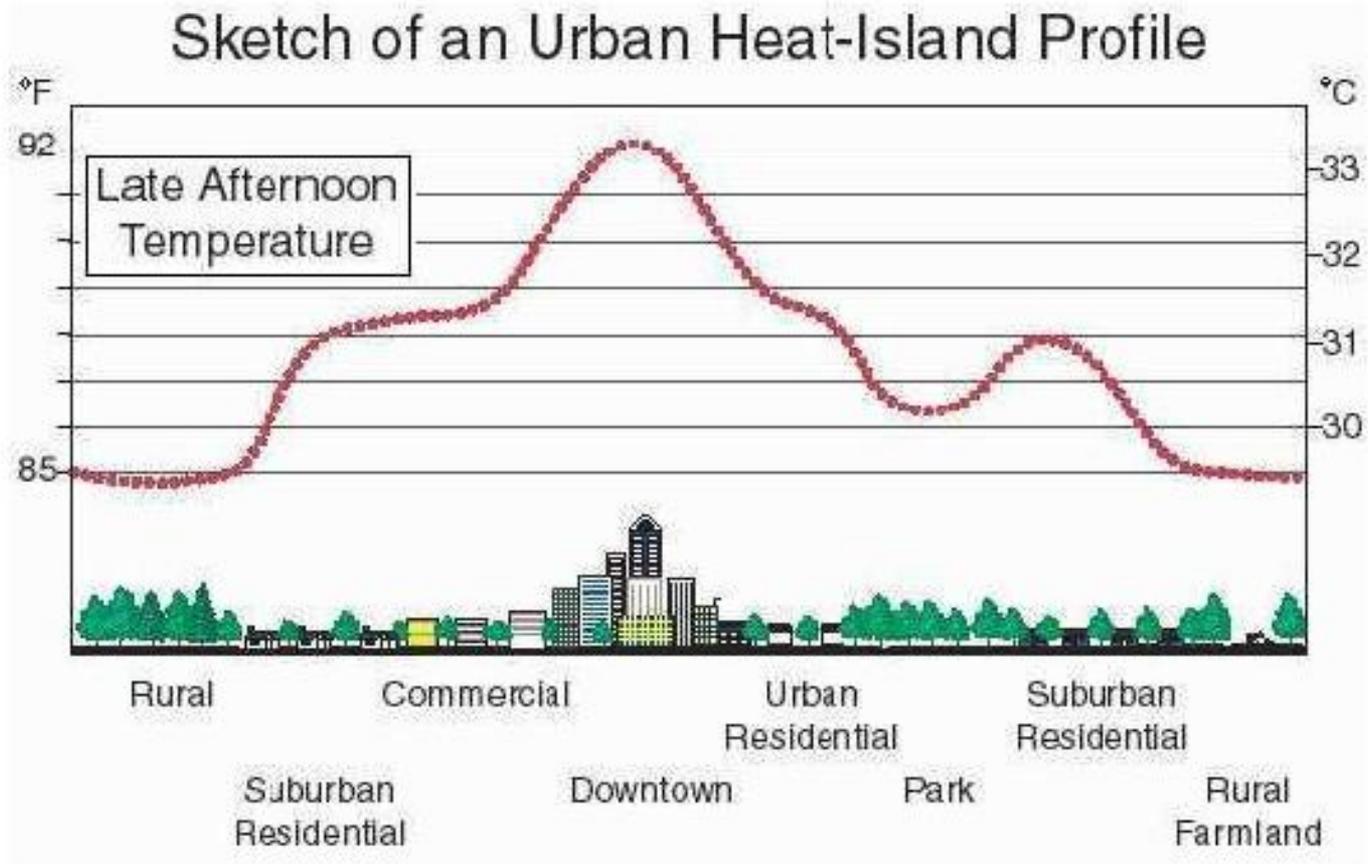


N.B.
Pond = stagno

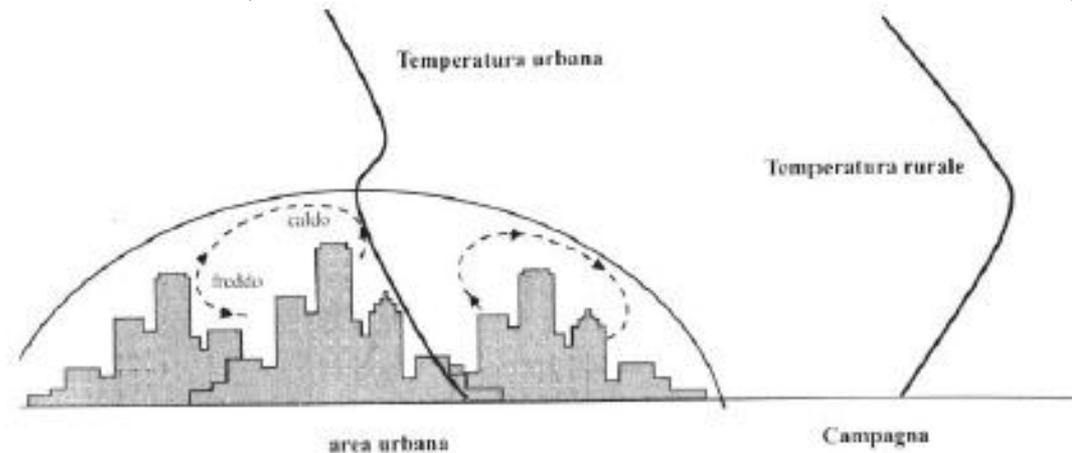
(2010 ing. M.D'Antoni
corso VEA ARES)

Fonte: EPA

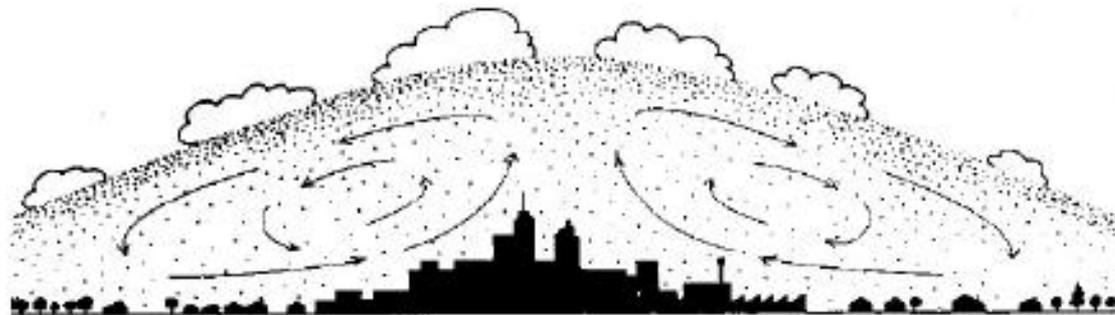
Isola di calore (URBAN HEAT ISLAND)



Isola di calore (URBAN HEAT ISLAND)



Profili termici notturni nell'isola di calore urbana e nell'area rurale circostante.



Circolazioni indotte dall'isola di calore.

Le città hanno temperature mediamente superiori di 7-15° C rispetto alle aree rurali

VEGETAZIONE

schermatura dai raggi solari e riduzione dei picchi elettrici;
raffrescamento evaporativo;
riduzione delle emissioni inquinanti e dei gas serra;
deposito delle polveri;
aumento del comfort esterno e della qualità ambientale;
aumento permeabilità del suolo;

PAVIMENTAZIONI ESTERNE



IL TETTO VERDE

Mitigazione dell'isola di calore e del microclima

Fissaggio delle polveri

Recupero delle acque meteoriche

UNI 11235:2007 – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde.

D.P.R. 59/2009, art.2, comma 5. **Coperture a verde: si intendono le coperture continue dotate di un sistema che utilizza specie vegetali in grado di adattarsi e svilupparsi nelle condizioni ambientali caratteristiche della copertura di un edificio. Tali coperture sono realizzate tramite un sistema strutturale che prevede in particolare uno strato colturale opportuno sul quale radicano associazioni di specie vegetali, con minimi interventi di manutenzione (coperture a verde estensivo) o con interventi di manutenzione media e alta (coperture a verde intensivo).**

IL TETTO VERDE

D.P.R. 59/2009, art.4, comma 18. Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, ad eccezione, esclusivamente per le disposizioni di cui alla lettera b), delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti ...

- a) valuta puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;
- c) utilizza al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica ... Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache ... possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare.



IL TETTO VERDE - ESTENSIVO

Le coperture a verde estensivo sono caratterizzate da un ridotto spessore del substrato, costituito in prevalenza da componenti minerali, e da specie vegetative impiegate generalmente costituite da Sedum, piante perenni, erbacee, accomunate da elevata capacità di rigenerazione e autopropagazione e resistenza allo stress idrico e termico.

Generalmente lo spessore del substrato nelle stratificazioni è ridotto e varia tra i 7 e i 15 cm.

Altrettanto contenuto è il loro peso che ammette valori da circa 75 kg/m² a 200 kg/m².

Gli inverdimenti estensivi vengono utilizzati particolarmente su coperture piane di grandi dimensioni /capannoni commerciali ed industriali), in luogo delle usuali zavorre in ghiaia o delle eventuali pavimentazioni a secco o allettate, come pure su falde anche con pendenza elevata.

Gli spessori minimi del substrato rendono compatibile questa soluzione anche con coperture prive di parapetti e ne consentono l'installazione con costi contenuti.

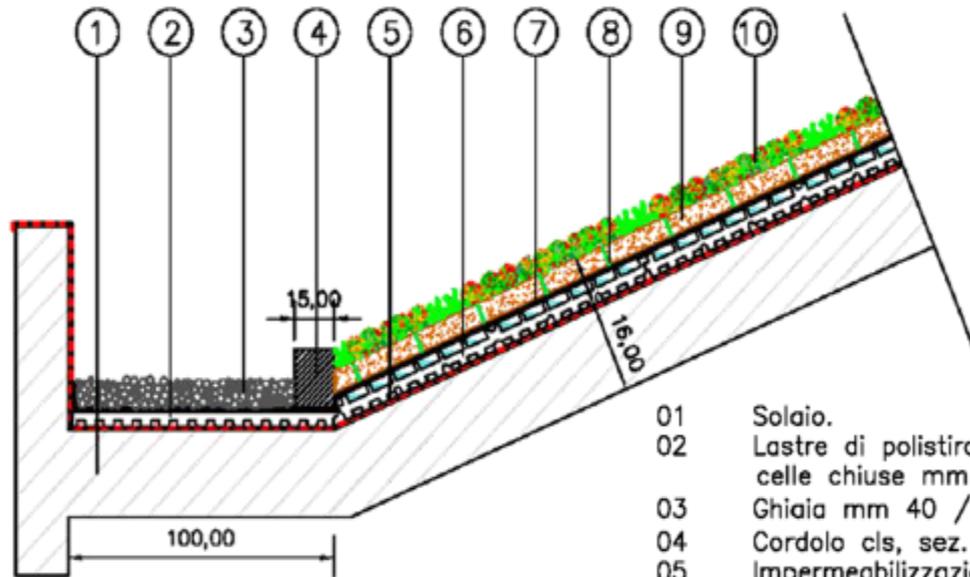
Irrigazione non necessaria, ma consigliata sia in fase di attecchimento che di mantenimento per avere risultati sicuri e duraturi

IL TETTO VERDE



IL TETTO VERDE

Sezione di bordo



Sezione tipo copertura a verde pensile estensivo a sedum.

- 01 Solai.
- 02 Lastre di polistirolo espanso sinterizzato ad alta densità a celle chiuse mm 47.
- 03 Ghiaia mm 40 / 80.
- 04 Cordolo cls, sez.15 / 20.
- 05 Impermeabilizzazione
- 06 Lastre in polistirolo espanso stampato per lo stoccaggio e il drenaggio dell'acqua, scarsamente infiammabile, battentate su quattro lati.
- 07 Strato di filtro e stabilizzazione in poliestere e polipropilene, spessore mm 1,2.
- 08 Struttura tridimensionale a nido d'ape realizzata in polietilene, mediante estrusione in continuo, senza successive saldature, monolitico, resistente a trazione, apribile a fisarmonica.
- 09 Substrato di coltura per tetti, composto da lapillo di lava, pietra pomice, terriccio e concimi organici in diverse granulometrie, esente da sostanze tossiche e microorganismi dannosi (larve, nematodi).
- 10 Miscela di sedum.

IL TETTO VERDE - INTENSIVO

Tra gli aspetti innovativi di questa tipologia, che comprende anche la versione “intensivo leggero” con spessori fino a 20cm, devono essere innanzitutto citati il ridotto spessore dello strato colturale che oggi, grazie alla disponibilità di specifici substrati colturali, può variare da un minimo di 15 cm ad un massimo che in genere non supera i 50 cm.

Il peso proprio a saturazione d'acqua delle stratificazioni (peso proprio strutturale escluso) parte dai 150 kg/m² delle soluzioni con minimo spessore di substrato e può superare i circa 700 kg/m² di quelle con substrato colturale di circa 50 cm. In casi particolari si possono registrare valori più elevati.

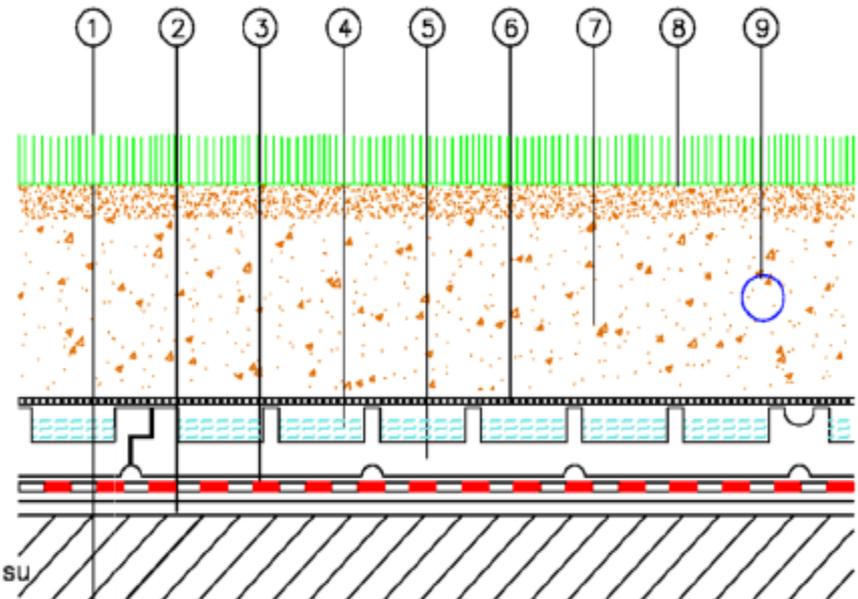
Queste coperture richiedono una manutenzione frequente, regolari apporti nutritivi ed assidua alimentazione idrica. Le specie impiegate sono erbacee perenni, prative, suffrutici, cespugli, fino a comprendere, laddove sia possibile, anche alberi.

L'inverdimento intensivo viene impiegato per la realizzazione di veri e propri giardini su qualsiasi tipo di superficie pensile: tetti, terrazze, parcheggi interrati, box.

Queste soluzioni sono accomunate dall'elevata e permanente capacità di apportare ossigeno alle radici, dalla possibilità di disporre di drenaggi, efficienti e sicuri, e dalla presenza di dispositivi per l'alimentazione idrica che consentano di mantenere il substrato in condizioni di umidità ideale, con spessori e pesi propri notevolmente inferiori a quelli tipici delle soluzioni tradizionali.

IL TETTO VERDE

- 01 Solaio.
- 02 Massetto pendenza.
- 03 Impermeabilizzazione.
- 04 Riserva d'acqua.
- 05 Strato di drenaggio, lastre di polistirolo espanso, battentate su quattro lati spessore mm 65.
- 06 Lastre in polistirolo espanso stampato per lo stoccaggio e il drenaggio dell'acqua, scarsamente infiammabile, battentate su quattro lati.
- 07 Substrato per tetti, composto da lapillo di lava, pietra pomice, terriccio e concimi organici ed inorganici in diverse granulometrie, esente da sostanze tossiche e microorganismi dannosi (larve, nematodi).
- 08 Substrato per tetti, composto da lapillo di lava, pietra pomice, terriccio e concimi organici ed inorganici in diverse granulometrie, esente da sostanze tossiche e microorganismi dannosi (larve, nematodi).
- 09 Prato seminato, semina di un miscuglio di graminace e con incorporazione del seme mediante rastrellatura e rullatura di costipamento.
- 10 Impianto di irrigazione a pioggia con irrigatori statici o dinamici, programmatore elettronico.



Sezione tipo copertura a verde pensile intensivo piano.

IL TETTO VERDE



Le "Terme di Blumau" in Austria, progettate dall'Architetto Hundertwasser

IL TETTO VERDE

finalità e funzioni

Ecologiche:

Il recupero a verde delle superfici altrimenti non utilizzabili con miglioramento del microclima esterno ed influsso positivo sul clima degli ambienti interni.

Tecniche:

Regimazione idrica dei deflussi delle acque meteoriche (funzione di trattenimento) con conseguente alleggerimento del carico sulla rete di canalizzazione delle acque bianche. Funzione antirumore attraverso una minore riflessione e migliore insonorizzazione. Filtraggio delle polveri e fissaggio di sostanze nutritive dall'aria e dalle piogge.

Estetico - paesaggistiche:

Miglioramento della percezione visiva e inserimento nel paesaggio circostante.

Economiche:

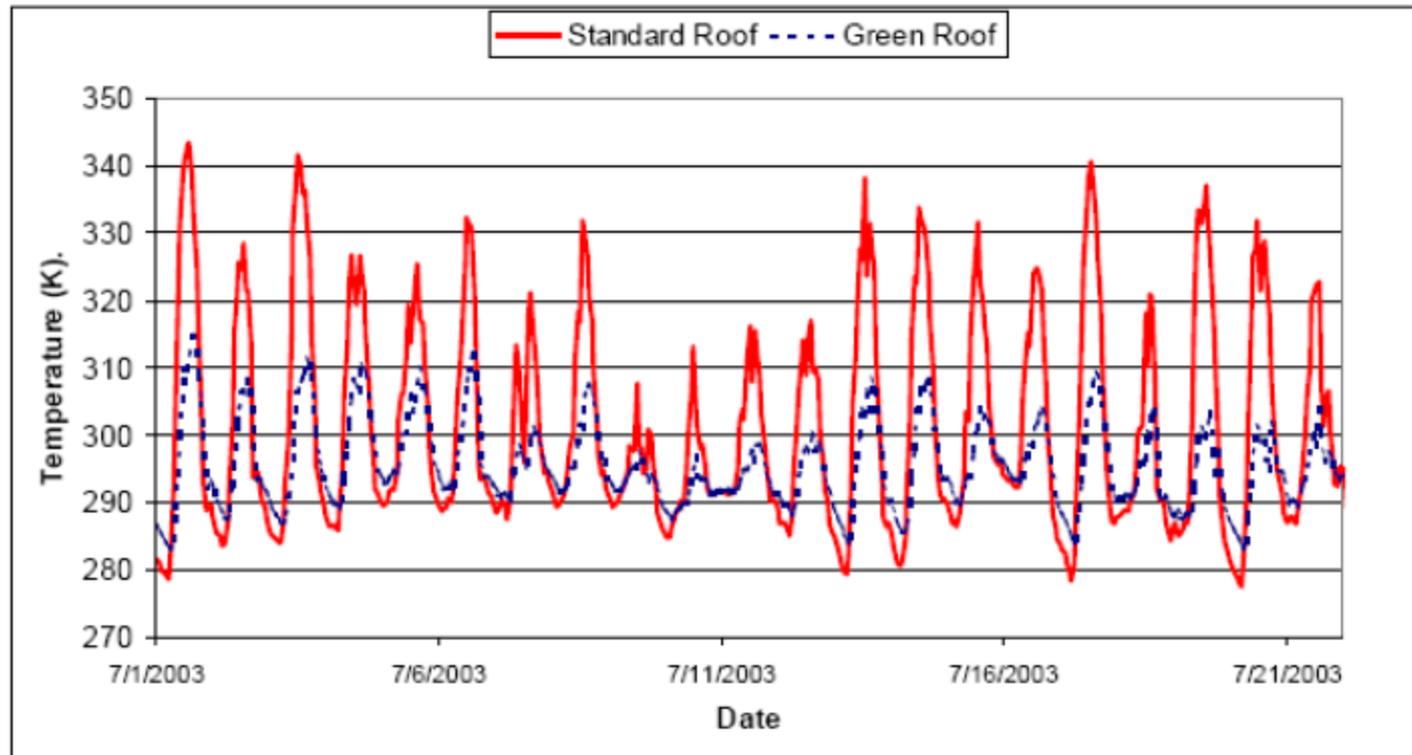
Durata maggiore della impermeabilizzazione attraverso la protezione dagli agenti atmosferici. Maggiore isolamento termico con migliore impiego degli impianti di climatizzazione e conseguente risparmio energetico.

IL TETTO VERDE

ENERGY BALANCE MODELING APPLIED TO A COMPARISON OF
WHITE AND GREEN ROOF COOLING EFFICIENCY

Stuart Gaffin¹, Cynthia Rosenzweig¹, Lily Parshall¹, David Beattie², Robert Berghage²,
Greg O'Keefe¹, Dan Brame¹

¹ Center for Climate Systems Research, Columbia University, 2880 Broadway, New York, NY,
10025 / ² Penn State Center for Green Roof Research, Department of Horticulture, Penn State
University, 301 Tyson Building, University Park, PA, 16802



Average control and green rooftop surface temperatures observed on the Penn State University field experiment during July 2003 (9).

Su una copertura a verde raramente le temperature massime estive superano i 25°, contro gli oltre 80° di una copertura tradizionale.

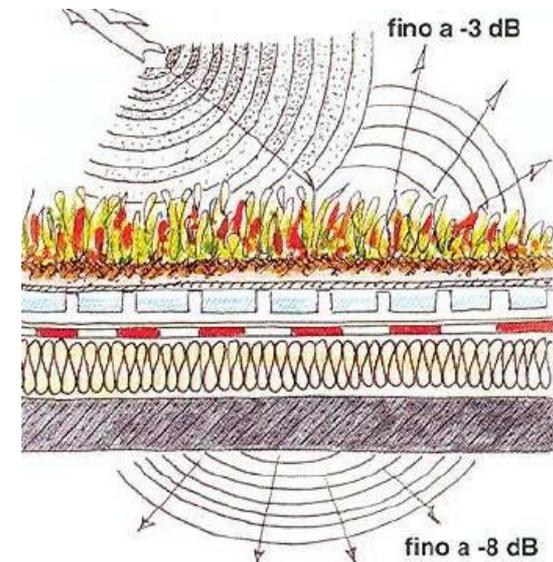
(2010 ing. Michele Colonna – corso VEA ARES)

IL TETTO VERDE – isolamento acustico

L'eliminazione di pareti lisce che riflettono le onde sonore consente una notevole riduzione dell'inquinamento acustico.

Le superfici lisce e rigide delle coperture tradizionali riflettono il rumore proveniente dall'esterno (rimbombo, riverbero, amplificazione del "rumore di fondo" urbano) e non offrono sufficiente barriera alla trasmissione del rumore all'interno degli edifici.

La struttura a verde pensile, al contrario, presenta superfici non omogenee ed è costituita da materiali con caratteristiche di assorbimento acustico (vegetazione, substrati, feltri, presenza di acqua...) che abbattano la riflessione esterna e la trasmissione attraverso le coperture.



IL TETTO VERDE – ritenzione idrica

Un tetto verde con 8 cm di terriccio è in grado di trattenere in copertura, e restituire all'ambiente con l'evaporazione, fino al 70% della pioggia.

L'installazione di coperture a verde pensile in un bacino urbano influisce sulla relativa regimazione idrica ripristinando almeno in parte il ciclo naturale dell'acqua attraverso i processi di percolazione, infiltrazione, evaporazione dal suolo ed evapotraspirazione dalla vegetazione. Operando in tal senso si determina un controllo degli scorrimenti superficiali con conseguente riduzione delle portate al colmo, dilatazione dei tempi di concentrazione del bacino ed abbattimento del carico inquinante trasportato.

La riduzione delle portate al colmo e la dilatazione dei tempi di concentrazione, ottenuti mediante la detenzione e la ritenzione dei volumi operata nei substrati costituenti la copertura, sono funzione delle caratteristiche costruttive della copertura continua a verde (composizione degli strati, inclinazione del tetto, orientamento della copertura, ecc.), delle condizioni meteo-climatiche e delle specie vegetali utilizzate.

L'abbattimento del carico inquinante, ottenuto grazie all'instaurarsi di processi di filtrazione attraverso il substrato, è funzione delle stesse variabili e della deposizione atmosferica, le cui caratteristiche di inquinamento sono a loro volta determinate dalle emissioni gassose civili ed industriali, dal traffico veicolare e dal trasporto operato dagli agenti atmosferici.

IL TETTO VERDE – ritenzione idrica

L'installazione di coperture a verde in ambiente densamente edificato consente di controllare efficacemente la generazione dei deflussi superficiali, sfruttando gli ampi spazi disponibili sulle coperture degli edifici (altrimenti inutilizzate) riducendo significativamente i volumi complessivi scaricati (40% ÷ 80%) e l'altezza dei picchi dell'idrogramma (70% ÷ 90%), e rallentandone il conferimento alla rete di drenaggio urbano. Il potenziale beneficio delle coperture a verde nel mitigare l'impatto dell'ambiente urbano sulla qualità delle acque di scorrimento superficiale, e dunque la pressione ambientale sugli ecosistemi e sui corpi idrici ricettori in particolare, appare anch'esso elevato sulla base delle limitate evidenze sperimentali disponibili.

IL TETTO VERDE – riduzione polveri

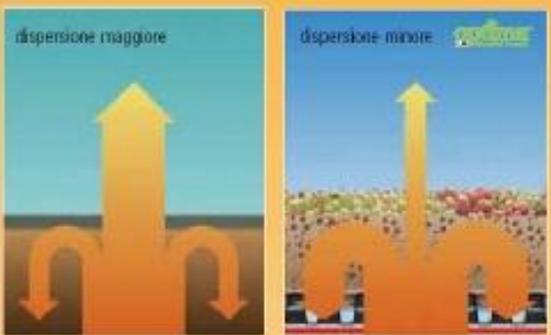
La vegetazione ha, nei confronti delle polveri e dei particolati in movimento e in sospensione nell'atmosfera due tipi di effetti.

Il primo è un effetto diretto, conseguente alla capacità delle piante di filtrare e di assorbire in parte polveri e particolati. Il secondo è un effetto indiretto, conseguente al minore accumulo e successiva riflessione del calore delle superfici a verde che comporta un minore movimento delle particelle dovuto a moti convettivi localizzati .

La capacità di una struttura a verde pensile di influire sulle polveri atmosferiche dipende molto da tipo, sviluppo e distribuzione spaziale della vegetazione.

IL TETTO VERDE

Il risparmio energetico



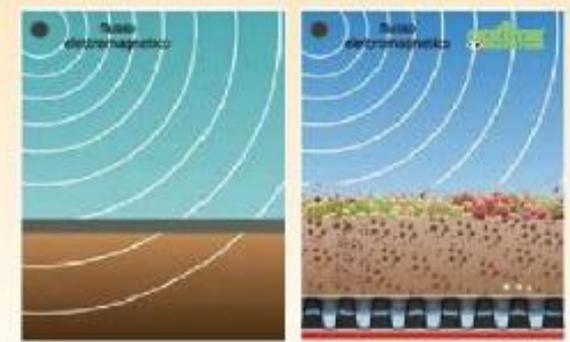
I tetti verdi migliorano l'isolamento termico proteggendo la struttura.

L'escursione termica



Con la copertura verde la variazione termica può essere contenuta in 30°C.

La protezione dall'elettromog



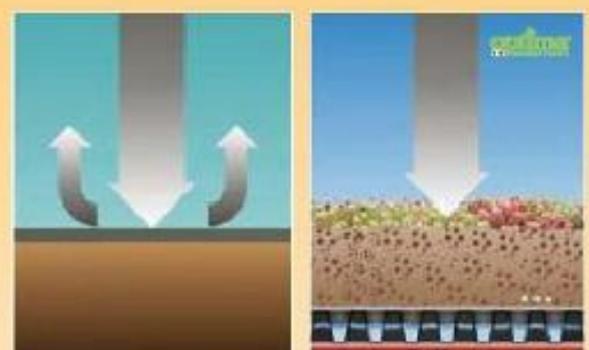
Un tetto verde alto 15 cm riduce del 99% il campo di frequenza della rete cellulare e del 99,9% il flusso elettromagnetico.

Lo smaltimento delle acque



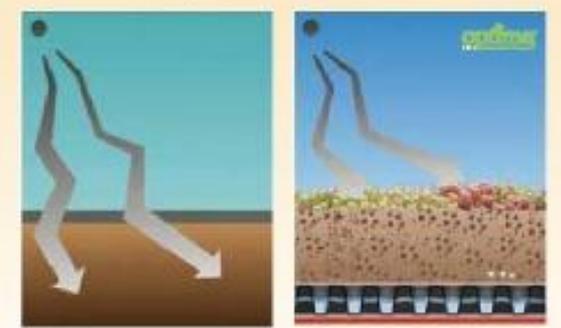
Elevata ritenzione idrica e abbattimento dei costi per lo smaltimento delle acque meteoriche.

La protezione dalle polveri



Le polveri atmosferiche vengono captate e trattentate dalla vegetazione.

La protezione dai rumori



Un tetto verde è in grado di assorbire, riflettere e deviare l'inquinamento acustico.



Tecnovia



GreenLab® S.r.l.
Ricerca e Servizi per L'ambiente



RUSSI SOFTWARE S.r.l.

Regione Friuli Venezia Giulia

**INDIVIDUAZIONE DI SPECIE AUTOCTONE PER LA
REALIZZAZIONE DI COPERTURE A VERDE ESTENSIVO E
VALUTAZIONE DEI VANTAGGI AMBIENTALI, FUNZIONALI E
GESTIONALI DERIVANTI DAL LORO UTILIZZO**

**- TECNOVIA S.r.l. - Laboratorio di ricerca Altamente Qualificato del
MIUR (Ministero Istruzione Università e Ricerca)**

Iscrizione all'Albo dei Laboratori MIUR con Decreto Dirigenziale n. 1803/Ric del 02/12/2002
COD M 72.19.09 Ricerca e sviluppo nel campo delle altre scienze naturali e dell'ingegneria;
COD M 71.12.20 Servizi di progettazione di ingegneria integrata;
COD P 85.42.00 Istruzione universitaria e post universitaria, accademia e conservatori (Fonte ATECO 2007)
Codice Anagrafe Nazionale delle Ricerche: 52060YSS

SEDE LEGALE

Piazza Fiera, 1 - Messeplatz, 1 - I - 39100 BOLZANO - BOZEN - BZ
Tel.: (0039) 0471.282823 - Fax: (0039) 0471.400080
P. IVA e n. iscrizione al Registro delle Imprese di Bolzano: 01541200216 - REA 127907
e-mail: info@tecnovia.it - <http://www.tecnovia.it>

UNITA' LOCALE DI TRIESTE

Padriciano, 99 - I 34012 TRIESTE - TS
Tel.: (0039) 040.3755476/7 - Fax: (0039) 040.3755480
e-mail: info-ts@tecnovia.it



SISTEMI PASSIVI

Per mantenere all'interno dell'edificio condizioni termiche che assicurino il benessere degli occupanti, è necessario fornire una quantità di calore tale da compensare le perdite verso l'esterno dovute dalla differenza di temperatura (trasmissione attraverso l'involucro e per ventilazione).

Oltre al calore fornito dall'impianto tradizionale, un edificio riceve calore anche da altre fonti: persone, illuminazione artificiale, elettrodomestici, sole.

Gli edifici normali utilizzano poco queste ultime risorse; un edificio passivo, invece, sfrutta al massimo la radiazione solare incidente sull'edificio.

Riferendoci al riscaldamento, le strategie possibili sono due:

ridurre le dispersioni di calore (ottimi materiali isolanti nelle strutture opache, eliminazione dei ponti termici, sistemi trasparenti ad alta efficienza termica);

aumento dei guadagni da fonte solare (ampie superfici trasparenti a Sud nel periodo invernale).

Le due strategie non sono indipendenti: i guadagni solari possono causare riscaldamenti (comprometto il benessere e aumento le dispersioni).

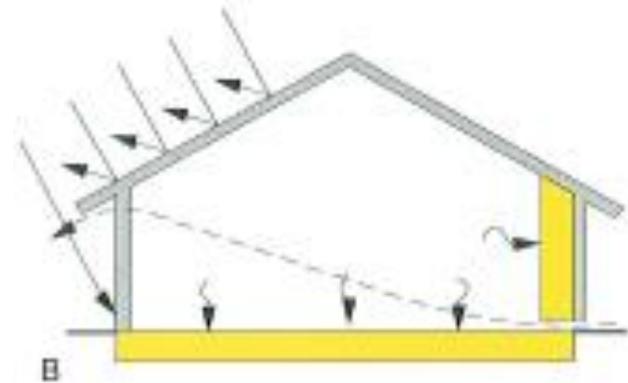
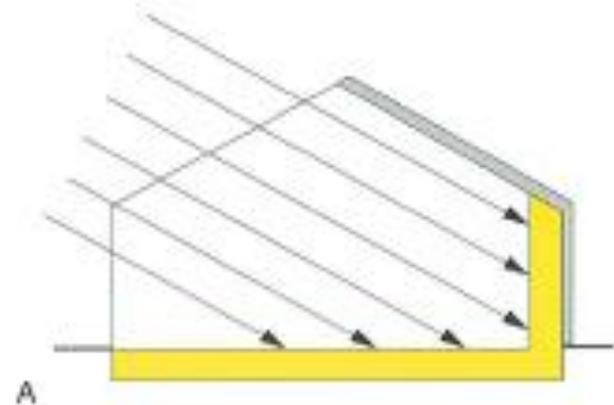
L'impianto di riscaldamento deve essere in grado di modulare il calore in base alle effettive esigenze.

L'EDIFICIO IDEALE

Il comportamento dell'edificio dovrebbe consentire

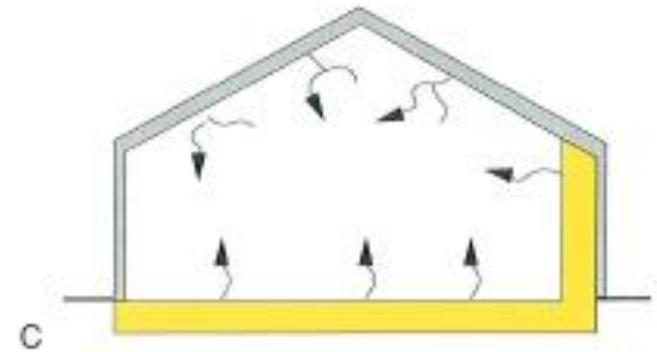
A) Aprirsi alla radiazione solare quando questa è disponibile e utile (ore diurne della stagione fredda) e immagazzinare il calore: finestre a Sud, elevata capacità termica, elevato isolamento

B) Protezione delle superfici trasparenti dalla radiazione solare quando sia indesiderabile (ore diurne della stagione calda). L'isolamento riduce i guadagni attraverso le superfici opache

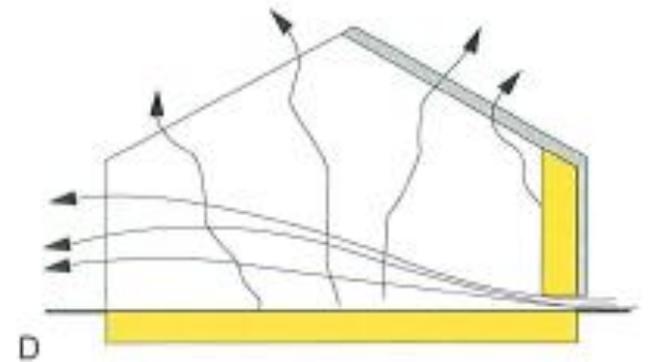


L'EDIFICIO IDEALE

C) Chiudersi nelle ore notturne della stagione fredda, riducendo le dispersioni attraverso le superfici trasparenti e sfruttando il calore immagazzinato



D) Capacità di efficiente dissipazione del calore nelle ore notturne della stagione calda, al fine di “raffreddare” la capacità termica che può così svolgere la funzione di “pozzo” di calore nelle ore diurne



COMPONENTI

Il sistema passivo è composto da tre elementi fondamentali:

- spazio da riscaldare: costituito dagli ambienti che richiedono un controllo delle condizioni termiche;
- collettore: costituito da una superficie trasparente integrata sul lato Sud (verticale o inclinata) o sulla copertura, e da un assorbitore di colore scuro esposto alla radiazione solare che penetra attraverso la superficie trasparente (l'assorbitore converte in parte la radiazione solare in calore);
- accumulo: composto da materiali caratterizzati da un'elevata capacità di immagazzinare calore (volano termico); spesso pareti e pavimenti svolgono tale funzione.

La trasmissione del calore tra collettore, spazio, e accumulo, avviene attraverso i meccanismi di scambio naturali (conduzione, irraggiamento, convezione) o forzati.

I componenti che attuano il controllo possono essere fissi o mobili, e si raggruppano in:

- schermature (regolano l'ingresso della radiazione solare)
- riflettori (aumentano la radiazione solare che raggiunge le aperture)
- isolamenti mobili (riducono la dispersione di calore attraverso le finestre)
- valvole e aperture regolabili (controllo moto di circolazione dell'aria)

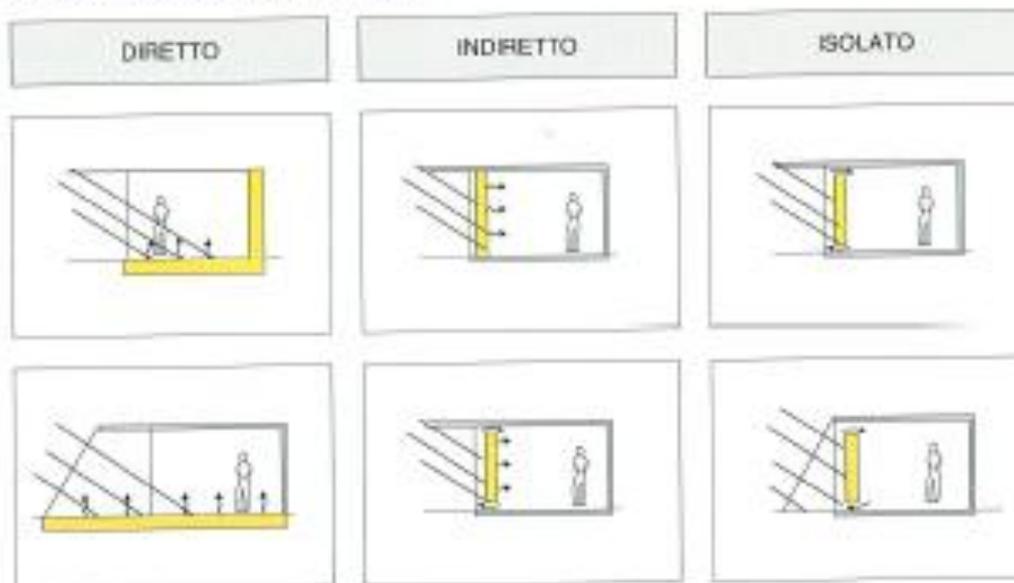
SISTEMI PASSIVI

A guadagno diretto (la radiazione solare penetra direttamente nello spazio e la temperatura dell'aria è accoppiata a quella dell'assorbitore/accumulo).

A guadagno indiretto (la radiazione solare non penetra direttamente nello spazio, e la temperatura dell'aria è accoppiata a quella dell'assorbitore/accumulo).

A guadagno isolato (la radiazione solare non penetra direttamente nello spazio, e la temperatura dell'aria non è accoppiata a quella dell'assorbitore/accumulo).

Apertura nella facciata Sud

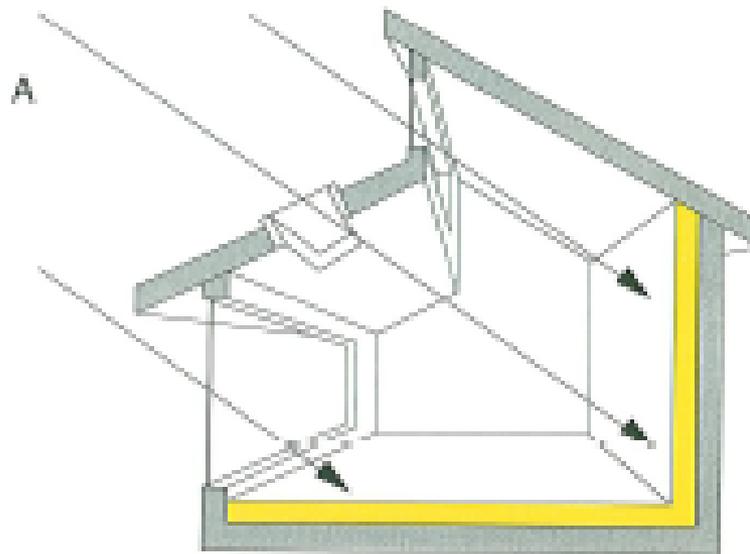


GUADAGNO DIRETTO

La radiazione solare entra direttamente nell'ambiente; l'assorbitore è costituito dalle superfici che lo delimitano (pareti e pavimento) direttamente investite dalla luce (la massa forma l'accumulo).

Funzionamento:

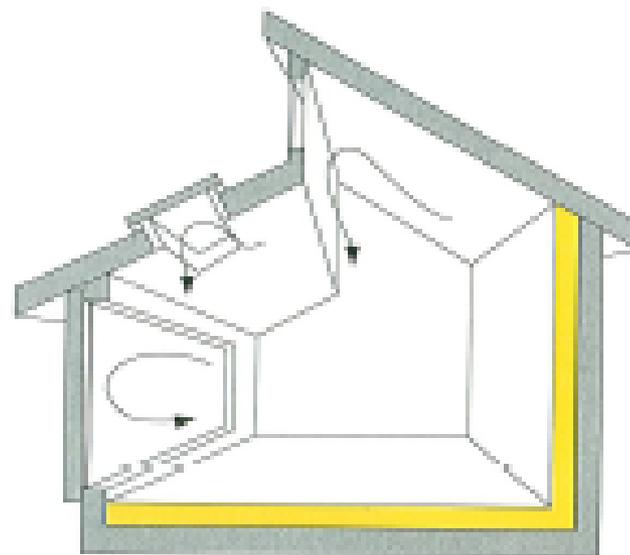
A) Nelle ore diurne la radiazione entra dalle superfici trasparenti, incide su pavimento e pareti, e ne viene parzialmente assorbita e convertita in calore; esso provoca un aumento della temperatura dei corpi e una cessione all'ambiente (per convezione e irraggiamento).



GUADAGNO DIRETTO

B) La capacità termica dei corpi investiti rende disponibile il calore nelle ore notturne e nei giorni con insolazione ridotta.

La riduzione del fabbisogno termico da fornire con l'impianto si ha solo se la regolazione dell'impianto consente di adeguare l'erogazione di calore alle condizioni reali; la soluzione ideale richiede una regolazione comandata da sensori di temperatura in ogni locale.

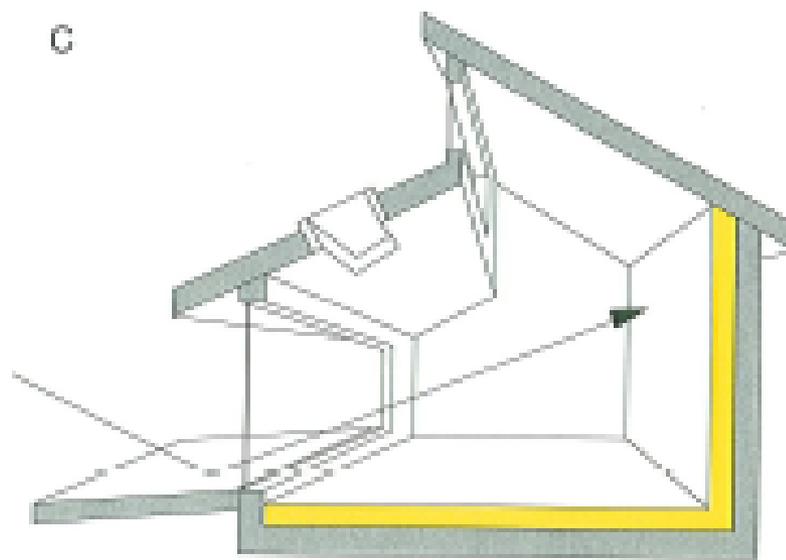


GUADAGNO DIRETTO

C) Una buona capacità termica riduce il rischio di surriscaldamenti causati da una eccedenza del calore ceduto all'ambiente rispetto alle contemporanee perdite di calore dall'ambiente verso l'esterno.

Per migliorare l'efficienza del sistema si possono prevedere schermature mobili che riducono le dispersioni attraverso le superfici trasparenti nelle ore notturne. Nel periodo estivo invece sarà in generale necessario contenere l'ingresso della radiazione solare attraverso le superfici trasparenti (avvolgibili, veneziane, lamelle, tende, aggetti, ...).

Si ricorda che il sole segue traiettorie diverse nelle stagioni.



GUADAGNO INDIRETTO

In questi sistemi la radiazione solare non entra direttamente nell'ambiente perché viene intercettata da un collettore/assorbitore.

Appartengono a questo gruppo:

la parete ad accumulo

il muro di Trombe

il roof pond

PARETE AD ACCUMULO

Sono così definite le configurazioni simili al muro di Trombe, ma prive di bocchette e quindi senza termocircolazione (pareti non ventilate).

Il calore si trasmette solo per diffusione attraverso la parete.

GUADAGNO INDIRETTO

MURO DI TROMBE

Il nome deriva dal ricercatore francese che per primo lo ha sviluppato.

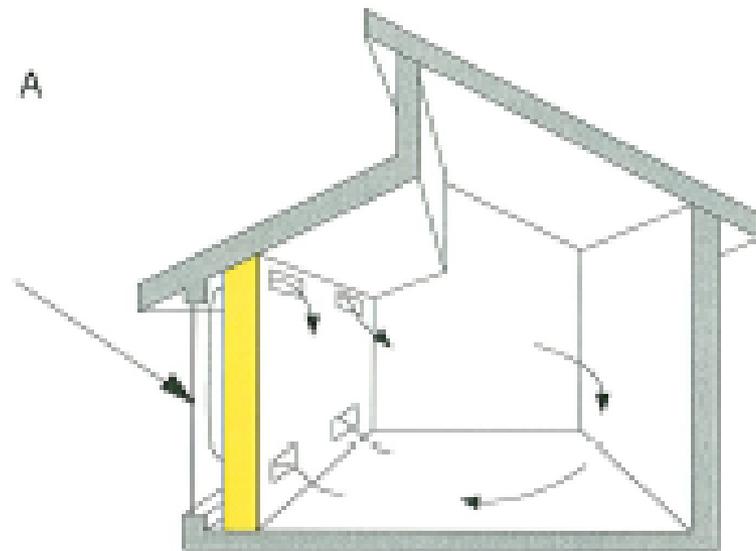
A) La superficie trasparente a Sud è separata dall'ambiente da una parete massiccia con la faccia esterna di colore scuro (assorbitore/accumulo).

Un'intercapedine d'aria di 10-15 cm separa la superficie trasparente dal muro. Il muro presenta una doppia fila di aperture in alto e in basso che collegano l'intercapedine con l'ambiente.

Durante le ore diurne invernali la radiazione incide sulla parete scura che la assorbe; il calore fa aumentare la temperatura superficiale del muro e viene in parte ceduto all'aria nell'intercapedine, in parte alla vetrata per irraggiamento, in parte ceduto all'ambiente per conduzione.

L'aria dell'intercapedine aumenta di temperatura e diminuisce la sua densità creando un moto convettivo ascensionale che si traduce in un movimento d'aria attraverso le bocchette (termocircolazione).

Il risultato è un trasferimento di calore all'ambiente.

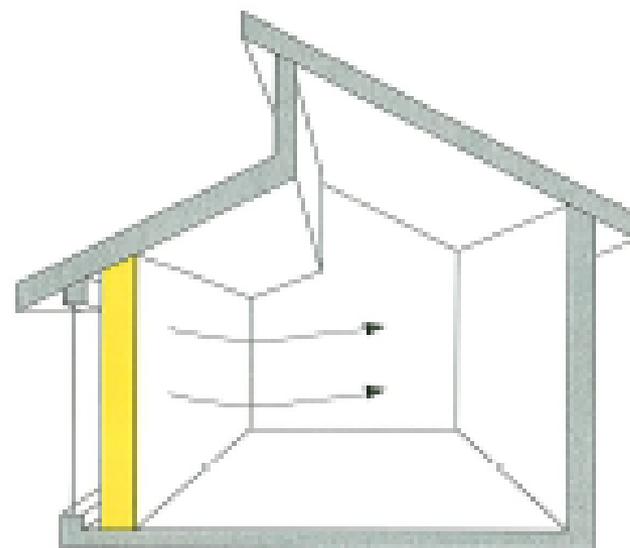


GUADAGNO INDIRETTO

B) Nelle ore notturne il raffreddamento della superficie trasparente causa il raffreddamento dell'aria nell'intercapedine, con conseguente moto convettivo verso il basso (termocircolazione inversa).

Questo fenomeno deve essere impedito perché condurrebbe a una perdita di calore per l'ambiente (chiusura delle bocchette).

Studiando con cura i materiali e lo spessore della parete si può avere uno sfasamento dell'inerzia termica, per cui la temperatura della faccia interna raggiunga i valori massimi nelle ore notturne.



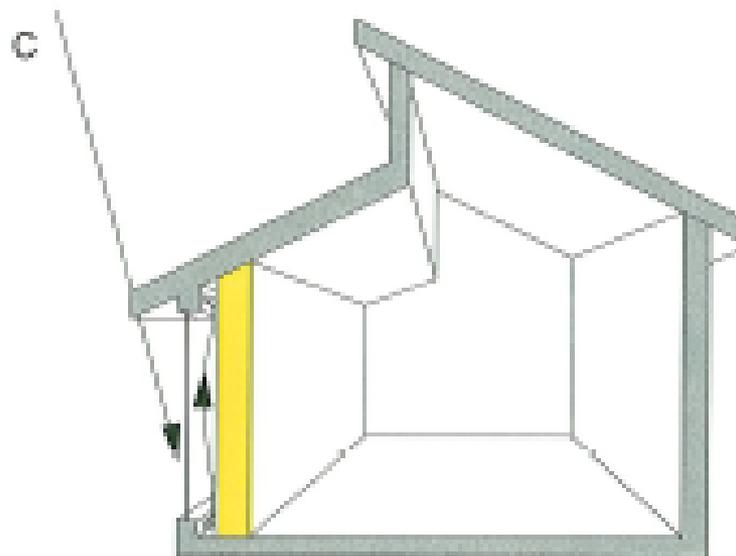
GUADAGNO INDIRECTO

C) Nelle giornate estive il funzionamento avverrebbe allo stesso modo con evidenti conseguenze negative per il comfort.

Ciò si evita schermando opportunamente la superficie trasparente dalla radiazione solare (va comunque notato che alle nostre latitudini il sole nei mesi estivi porta valori di radiazione bassi sulle pareti verticali con angoli di incidenza elevati).

Se si predispone la possibilità di aprire la superficie trasparente verso l'esterno in corrispondenza della sommità, il muro di Trombe può essere usato per innescare l'effetto camino che porta alla naturale espulsione dell'aria (richiamo di aria fresca dalle bocchette inferiori).

Questo produce una ventilazione forzata naturale che può contribuire al comfort estivo, specie se l'aria viene richiamata da parti ove si trovi a temperature basse (interrati, pareti esterne in ombra, ...).



GUADAGNO INDIRETTO

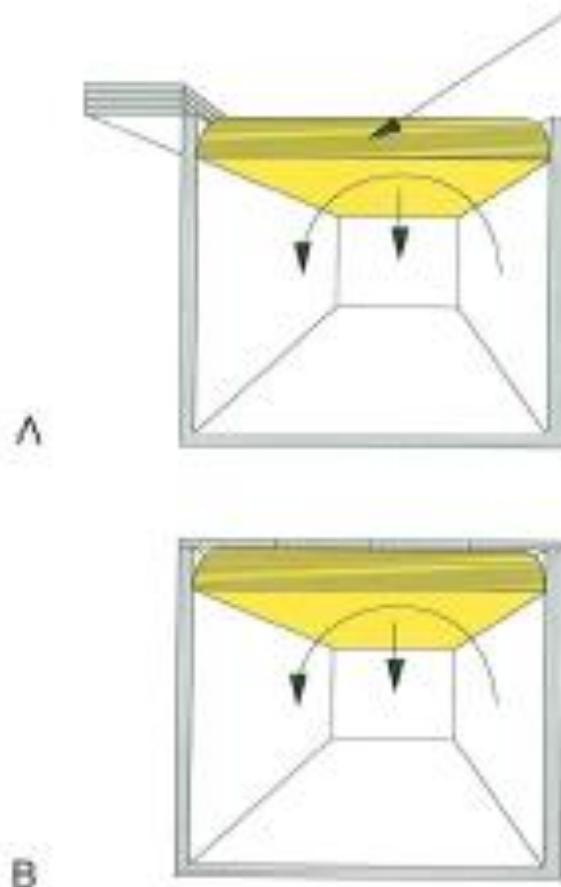
ROOF POND

Viene così definito un sistema in cui captazione e accumulo sono rappresentati da volumi d'acqua collocati sul tetto.

Ciò ne limita l'applicabilità a edifici ad un solo piano e a latitudini minori delle nostre (da noi una superficie orizzontale riceve, rispetto a una superficie verticale a Sud, meno radiazione nei mesi invernali e più nei mesi estivi).

Il sistema prevede, per le ore diurne del periodo freddo, l'esposizione diretta alla radiazione solare del volume d'acqua (ad es. grandi serbatoi di colore scuro).

In questo modo il calore viene trasmesso agli ambienti sottostanti attraverso il solaio che deve avere una bassa resistenza termica. Nelle ore notturne la cessione del calore continua mentre pannelli isolanti vengono spostati in modo da contenere le perdite di calore dal volume d'acqua verso l'esterno.

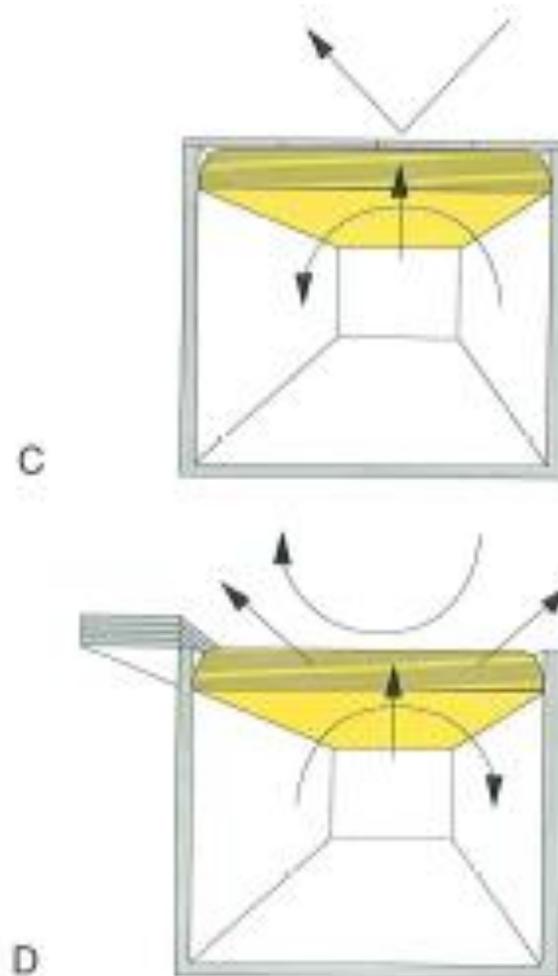


GUADAGNO INDIRECTO

Nelle ore diurne del periodo caldo, gli stessi pannelli proteggono dalla radiazione solare il volume d'acqua, che viene esposto invece di notte in modo da dissipare il calore per irraggiamento verso il cielo.

La massa d'acqua viene così a formare un pozzo di calore nei confronti dell'ambiente nelle ore diurne.

Il calore si trasferisce dal locale alla massa d'acqua per convezione naturale (flusso verso l'alto).



GUADAGNO ISOLATO

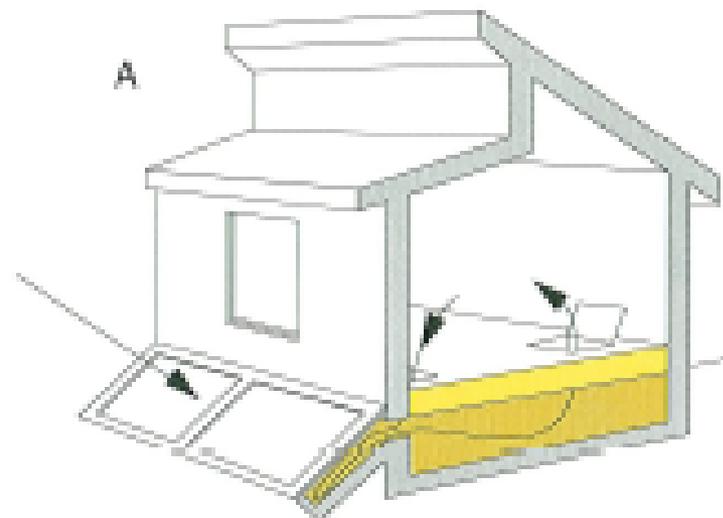
Il maggiore problema del muro di Trombe è dato dalla prossimità dell'accumulo con l'esterno. Ciò porta ad avere perdite di calore rilevanti attraverso la vicina superficie trasparente (riduzione del rendimento complessivo del sistema).

Con i sistemi a guadagno isolato la radiazione solare non penetra direttamente nello spazio, e la temperatura dell'aria non è accoppiata a quella dell'assorbitore/accumulo.

COLLETTORI AD ARIA CON LETTO DI PIETRE

Si tratta di sistemi non compatibili con tipologie edilizie multifamiliari in quanto richiedono per l'accumulo del calore notevoli volumi per occupati dalle pietre.

Lo schema prevede superfici captanti costituite da collettori ad aria, dai quali l'aria riscaldata giunge all'accumulo dove cede calore scorrendo tra gli interstizi delle pietre.



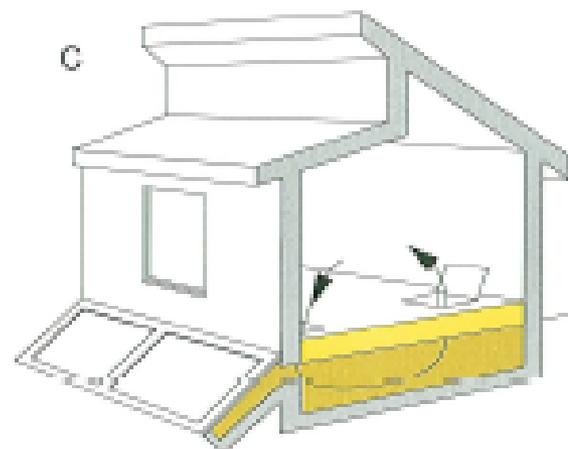
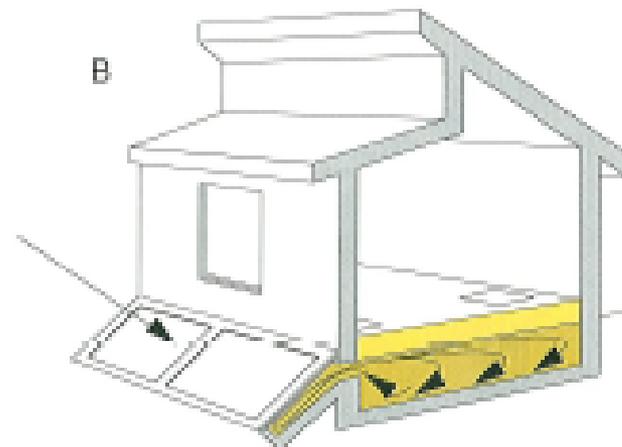
GUADAGNO ISOLATO

Nelle ore diurne con richiesta di riscaldamento l'aria calda viene mandata direttamente dai collettori agli ambienti.

Nelle ore diurne senza richiesta di riscaldamento l'aria percorre il circuito chiuso collettore-accumulo collettore "caricando l'accumulo".

Nelle ore notturne o di scarsa insolazione l'aria calda viene prelevata dall'accumulo e inviata agli ambienti, da cui viene prelevata aria fredda secondo un ciclo di "scarica".

Il movimento dell'aria è controllato da valvole e può essere di tipo naturale o aiutato da ventilatori. Nel caso di moto naturale, è necessario che vi sia una differenza di quota tra collettore (basso), letto di pietre (intermedio) e ambienti (alto).



GUADAGNO ISOLATO

CAMINI SOLARI TIPO BARRA-COSTANTINI

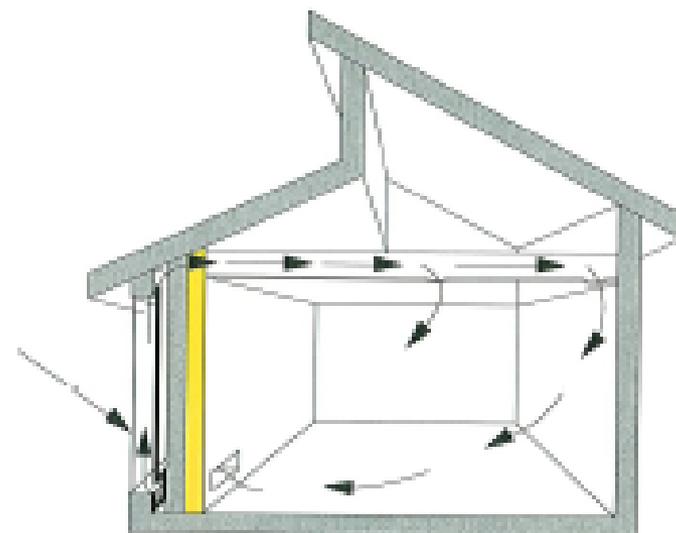
Questa soluzione prevede la separazione tra i collettori (ad aria, verticali, a Sud) e accumulo, ricavato dalla struttura dei solai. Il sistema è come un muro di Trombe in cui il muro è tolto dalla posizione abituale (a ridosso della superficie captante) e posto in orizzontale sul soffitto.

Nelle ore diurne l'aria che si trova tra vetro e superficie captante si riscalda, sale e penetra nelle canalizzazioni del solaio. Nel percorrere tali canali l'aria cede parte del calore anche alle pareti che lo accumulano scaldandosi.

L'aria penetra negli ambienti attraverso bocchette situate nel solaio.

Il circuito si chiude con l'ingresso di aria fredda nell'intercapedine tra vetro e superficie captante attraverso aperture simili a quelle del muro di Trombe. Di notte il solaio cede calore all'ambiente per irraggiamento.

Il sistema è più efficiente di quello di Trombe, ed è possibile collocare un pannello coibente dietro la lastra.



SERRE ADDOSSATE

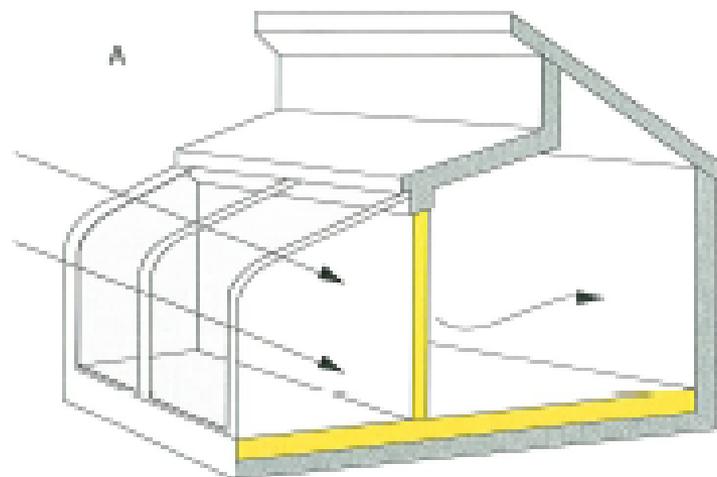
Una soluzione molto diffusa è infine quella di creare uno spazio tampone tra le parti dell'involucro e l'esterno mediante superfici trasparenti. Questi spazi sono praticabili ma privi di impianto di riscaldamento.

L'andamento della temperatura dell'aria in questi spazi è diversificato, dipendendo dalle condizioni esterne, di temperatura, radiazione solare, orientamento, dimensioni, tipologia della superficie trasparente, pareti e pavimenti interni.

La funzione di questi spazi è duplice.

Da un lato riducono le dispersioni di calore attraverso la parete su cui sono addossati. Dall'altro hanno la funzione di captare la radiazione solare.

Si parla di serre addossate come sistemi solari passivi quando la funzione di captazione è rilevante, sia a causa dell'orientamento sia grazie ad opportune scelte progettuali degli elementi fondamentali: collettore, accumulo, spazio ...



SERRE ADDOSSATE

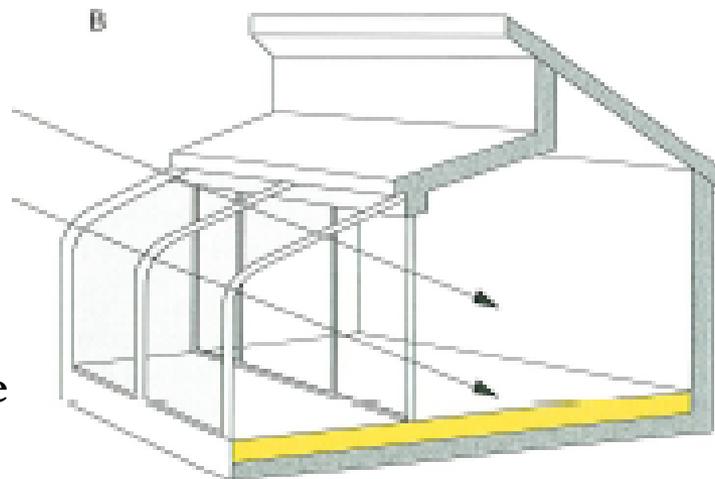
In termini di classificazione la serra addossata può appartenere sia al tipo a guadagno diretto (quando la parete di separazione è trasparente) sia al tipo a guadagno indiretto (quando la parete non è isolata e svolge la funzione di una parete ad accumulo), o di muro di Trombe (se esistono aperture per il controllo della termo circolazione).

Nelle ore diurne dei periodi freddi la radiazione solare entra e incide sulla parete che sul pavimento (funzionano da accumulo).

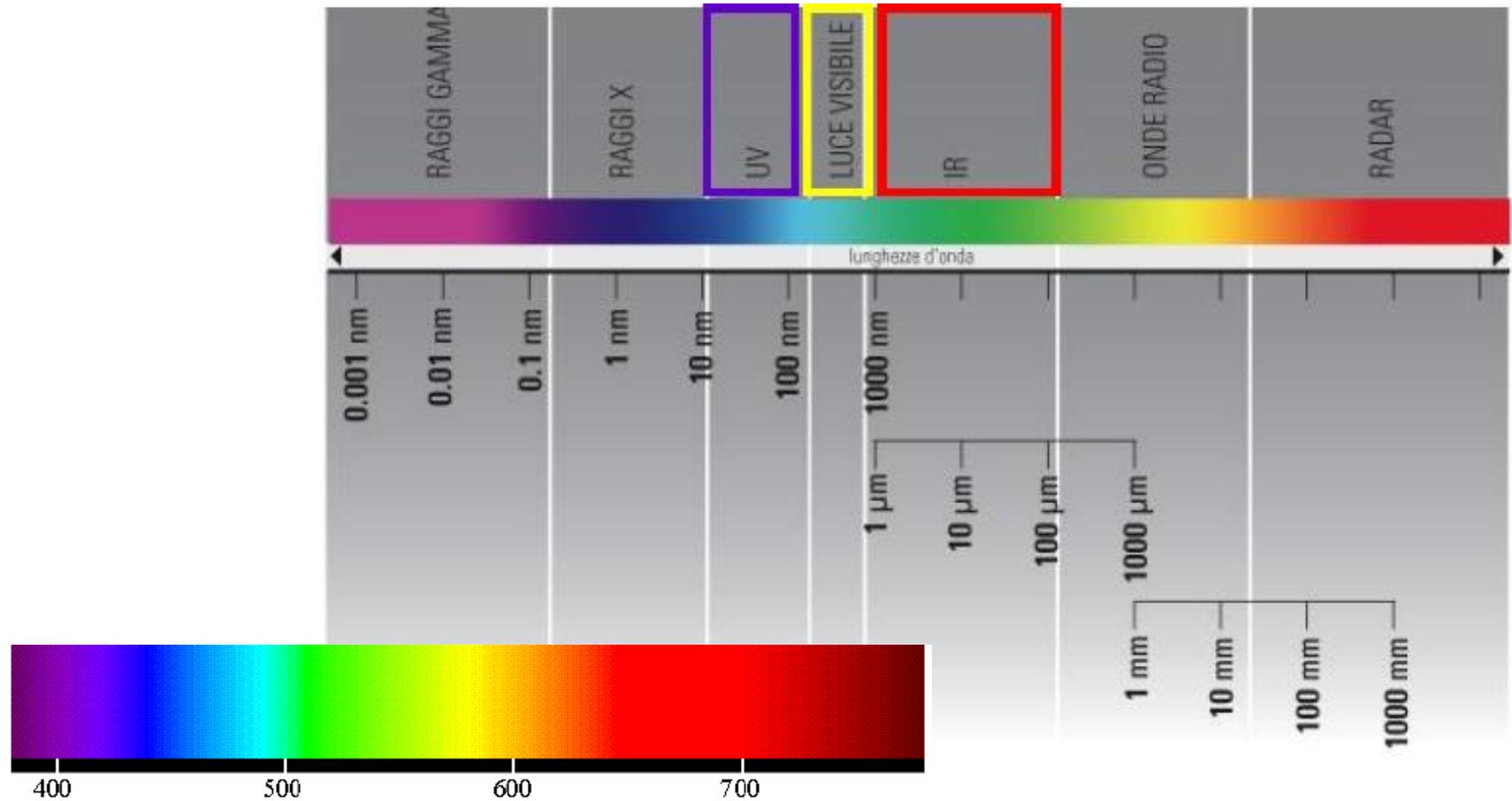
Nelle ore in cui la temperatura nella serra è inferiore a quella interna (ore notturne o di scarsa insolazione), la serra svolge comunque un importante ruolo di conservazione in quanto la temperatura al suo interno sarà sempre maggiore di quella esterna.

La temperatura dell'aria nella serra è soggetta ad ampie escursioni, tali da renderla non sempre confortevole (troppo caldo o troppo freddo): ovviamente nella stagione calda la serra deve essere protetta dalla radiazione.

Va ricordato che la serra deve essere considerata come un volume tecnico, in quanto l'involucro del volume riscaldato è definito dalla parete interna divisoria: l'abitabilità della serra è un beneficio aggiuntivo, non l'obiettivo principale.



LA RADIAZIONE SOLARE



in visione diurna la banda visibile va dai 380 nm ai 780 nm

GEOMETRIA TERRA SOLE

La posizione del sole per un determinato punto della Terra in un dato giorno dell'anno e in una determinata ora del giorno viene determinata valutando gli angoli:

- altezza del sole sull'orizzonte
- azimut rispetto al Sud in funzione della longitudine e della latitudine del sito
- declinazione dell'asse terrestre
- orario (distanza angolare sull'eclittica tra la posizione istantanea del sole e quella del sole a mezzogiorno)

La radiazione che raggiunge una superficie unitaria perpendicolare ai raggi solari alla distanza media terra-sole ($D=1,5 \times 10^8$ km) viene chiamata Costante Solare I_{sc}

$$I_{sc} = 1353 \frac{W}{m^2}$$

GEOMETRIA TERRA SOLE

L'intensità della radiazione I_n al limite dell'atmosfera su un piano normale ai raggi solari, varia nel corso dell'anno

n = giorno giuliano:

1 gennaio $n=1$, 31 dicembre $n=365$

$$I_n = I_{sc} \left(1 + 0,033 \cos \left(\frac{360n}{365} \right) \right)$$

Espressioni per la definizione degli angoli di altezza del sole A_s e di azimut B_s :

$$A_s = \arcsen (\sen L \cdot \sen D + \cos L \cdot \cos D \cdot \cos U)$$

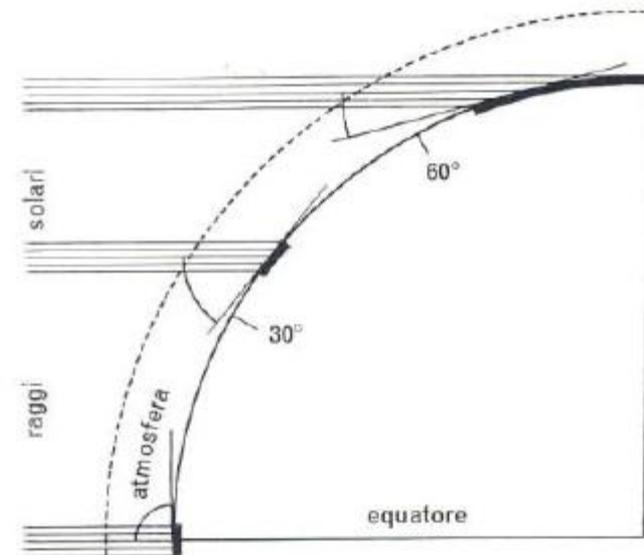
$$B_s = \arcsen (\cos D \cdot \sen U / \cos A_s)$$

dove:

L è l'angolo di latitudine

D è l'angolo di declinazione

U è l'angolo orario



GEOMETRIA TERRA SOLE

Gli angoli di declinazione D e orario U a loro volta si calcolano come:

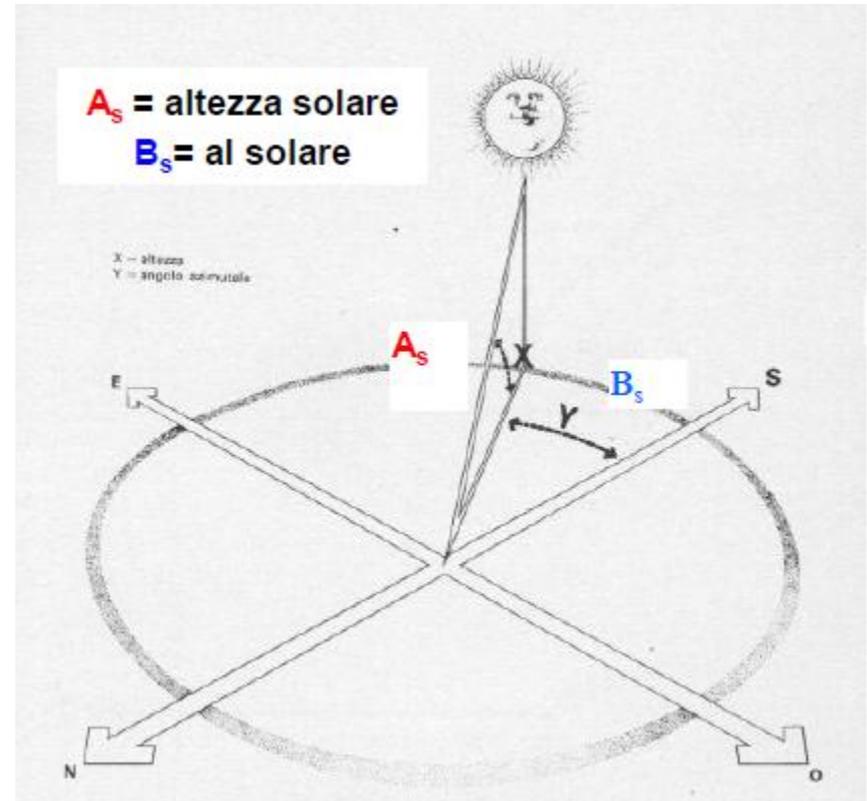
$$D = 23,45 \cdot \sin [(J + 284) \cdot 360 / 365]$$

$$U = 15 \cdot (h - 12)$$

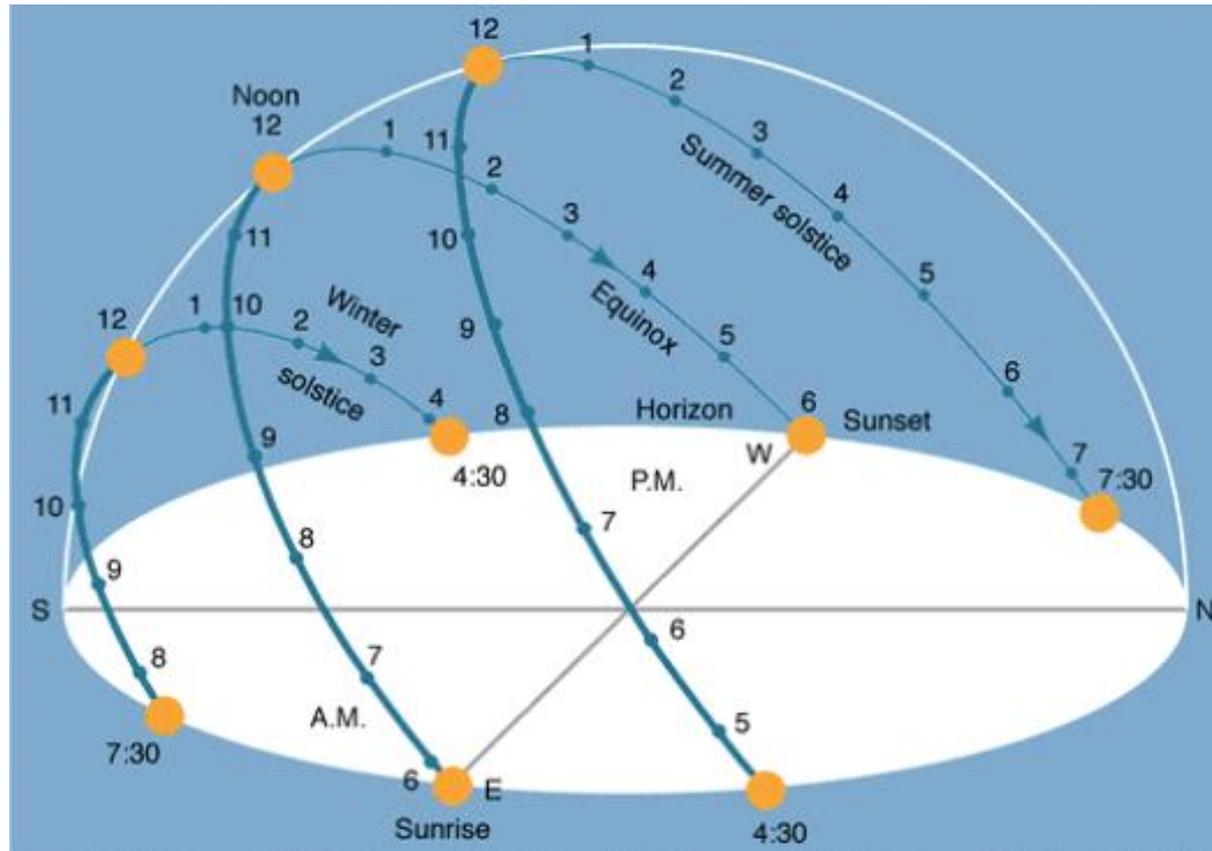
dove:

J = il giorno giuliano
(1 per il 1° gennaio, 365 per l'ultimo giorno)

h = ora del giorno
(con $h > 12$ per il pomeriggio)



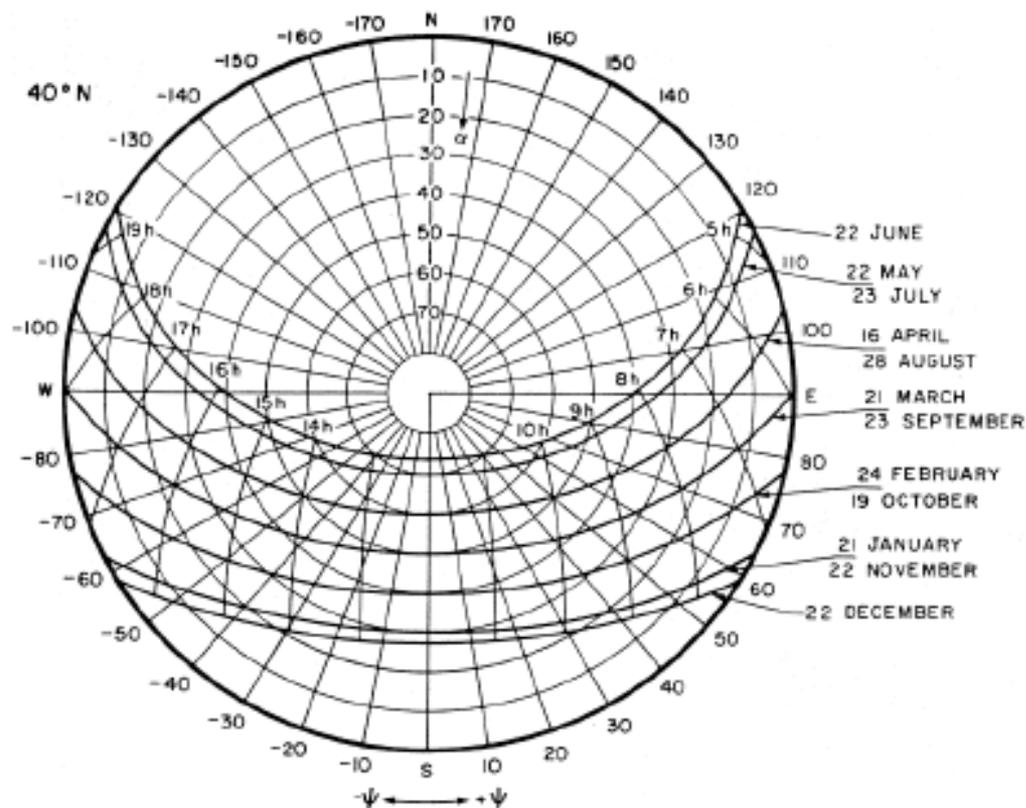
POSIZIONE DEL SOLE



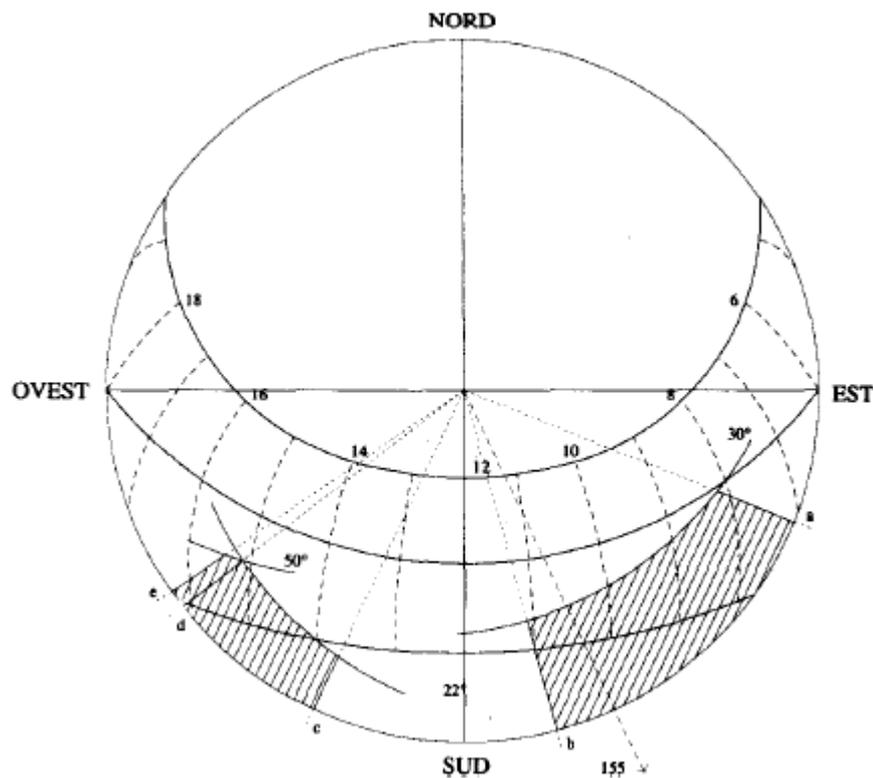
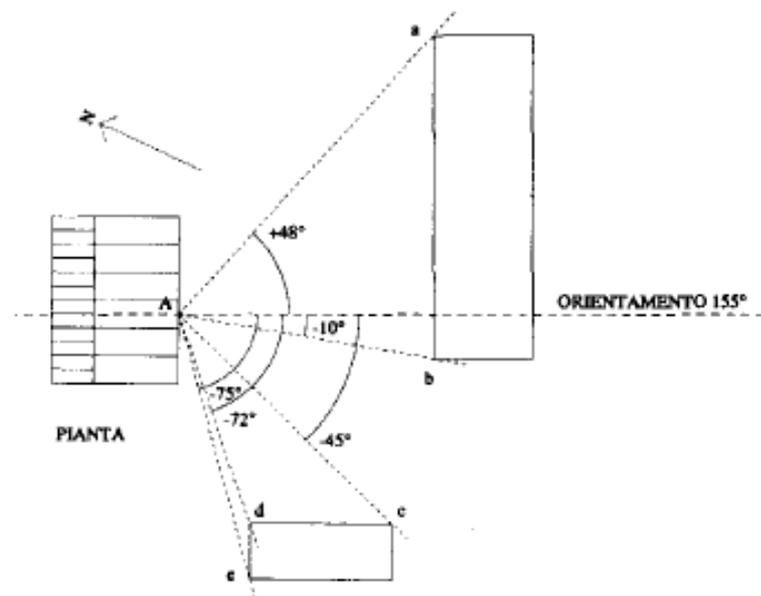
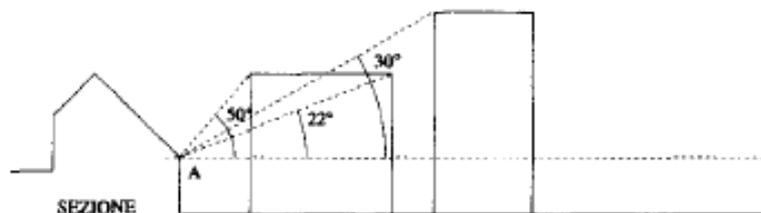
POSIZIONE DEL SOLE – diagramma solare polare

il cerchio esterno rappresenta l'orizzonte, mentre il centro rappresenta lo zenit;
 i cerchi interni rappresentano i vari valori dell'altezza solare;
 le linee radiali indicano l'azimut γ ;
 le linee intersecanti i percorsi solari per le varie date indicate rappresentano l'ora locale vera.

I diagrammi polari ottenuti per una certa latitudine possono essere usati per la relativa latitudine opposta semplicemente ruotando il diagramma di 180° .

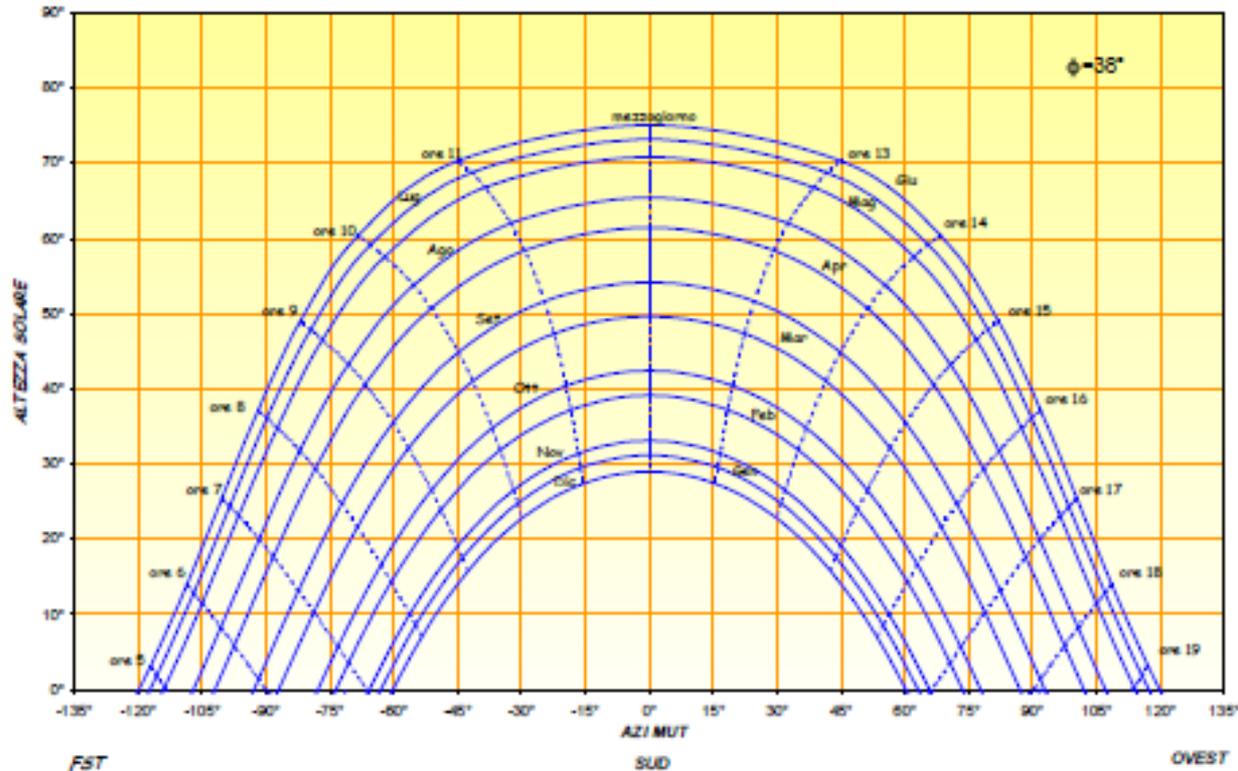


POSIZIONE DEL SOLE – profilo dell'orizzonte



POSIZIONE DEL SOLE – diagramma cilindrico

le linee orizzontali rappresentano gli angoli di altezza solare sopra l'orizzonte;
 le linee verticali rappresentano gli angoli azimutali;
 le linee tratteggiate rappresentano le ore del giorno.

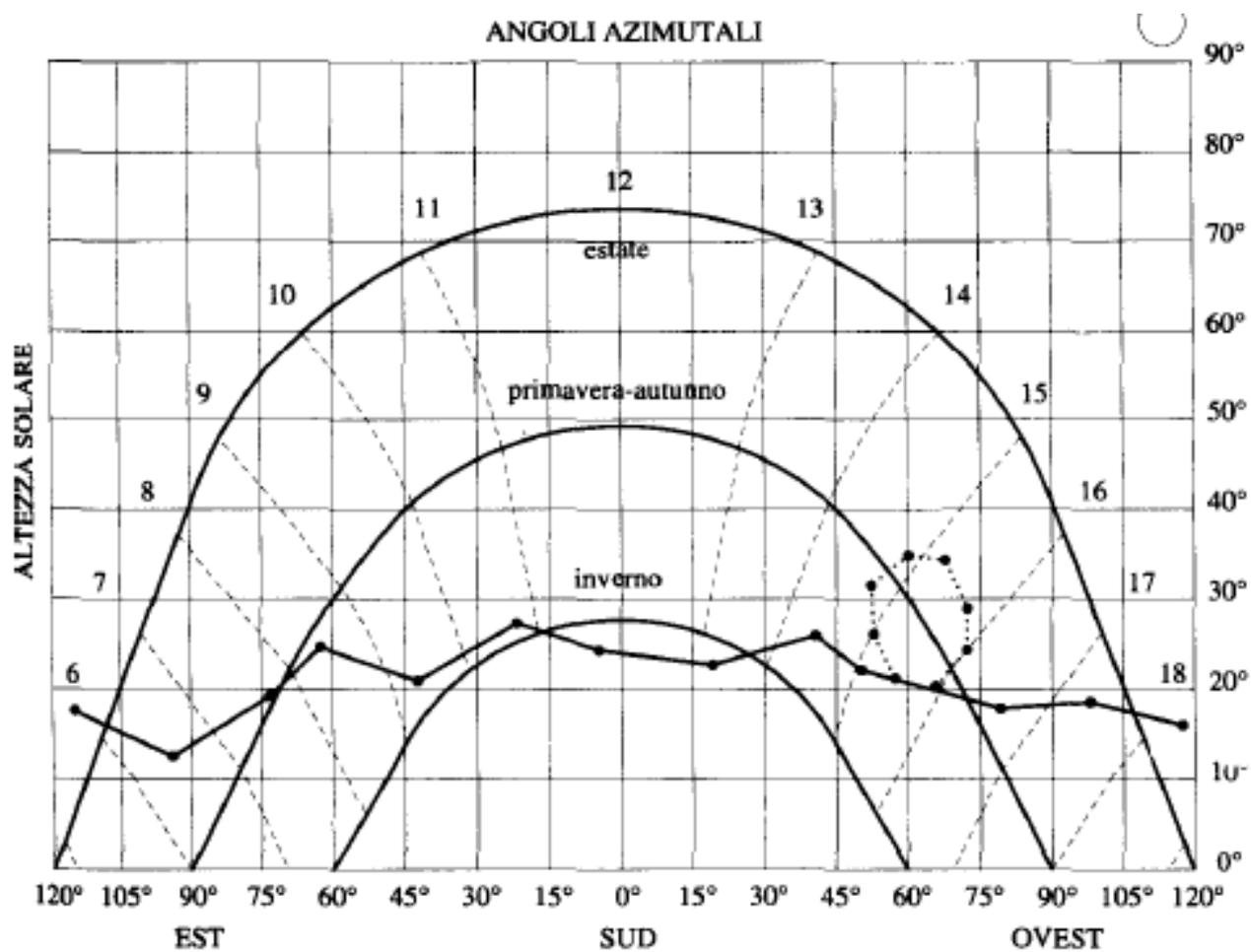


Sun Position

Ombre

Apporti

POSIZIONE DEL SOLE – profilo dell'orizzonte



LA LUCE NATURALE

Per modelli luminosi locali c'è il modello di Krochman (1974) che è adatto ai climi europei (valuta l'illuminamento)

Cielo limpido (componente diretta e diffusa)

$$E_D = 130 \cdot \sin A_s \cdot \exp(-0,2/\sin A_s)$$

$$E_d = 11 + 15,5 \cdot \sin(0,5 \cdot A_s)$$

Cielo coperto (componente globale)

$$E_G = 0,3 + 21 \cdot \sin A_s$$

L'illuminamento è un fenomeno di radiazione che giunge da una porzione di cielo a una superficie, e dipende dal fattore di forma (o fattore di vista) tra le due superfici; il fattore di vista dipende unicamente dalla geometria che intercorre tra le due superfici e si calcola mediante un integrale:

dove α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , sono gli angoli di altezza e azimutali sottesi dal punto della superficie con i segmenti di bordo della sorgente.

$$E_P = \int_{\beta_1}^{\beta_2} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} L \cos \alpha \sin \alpha \, d\alpha \, d\beta$$

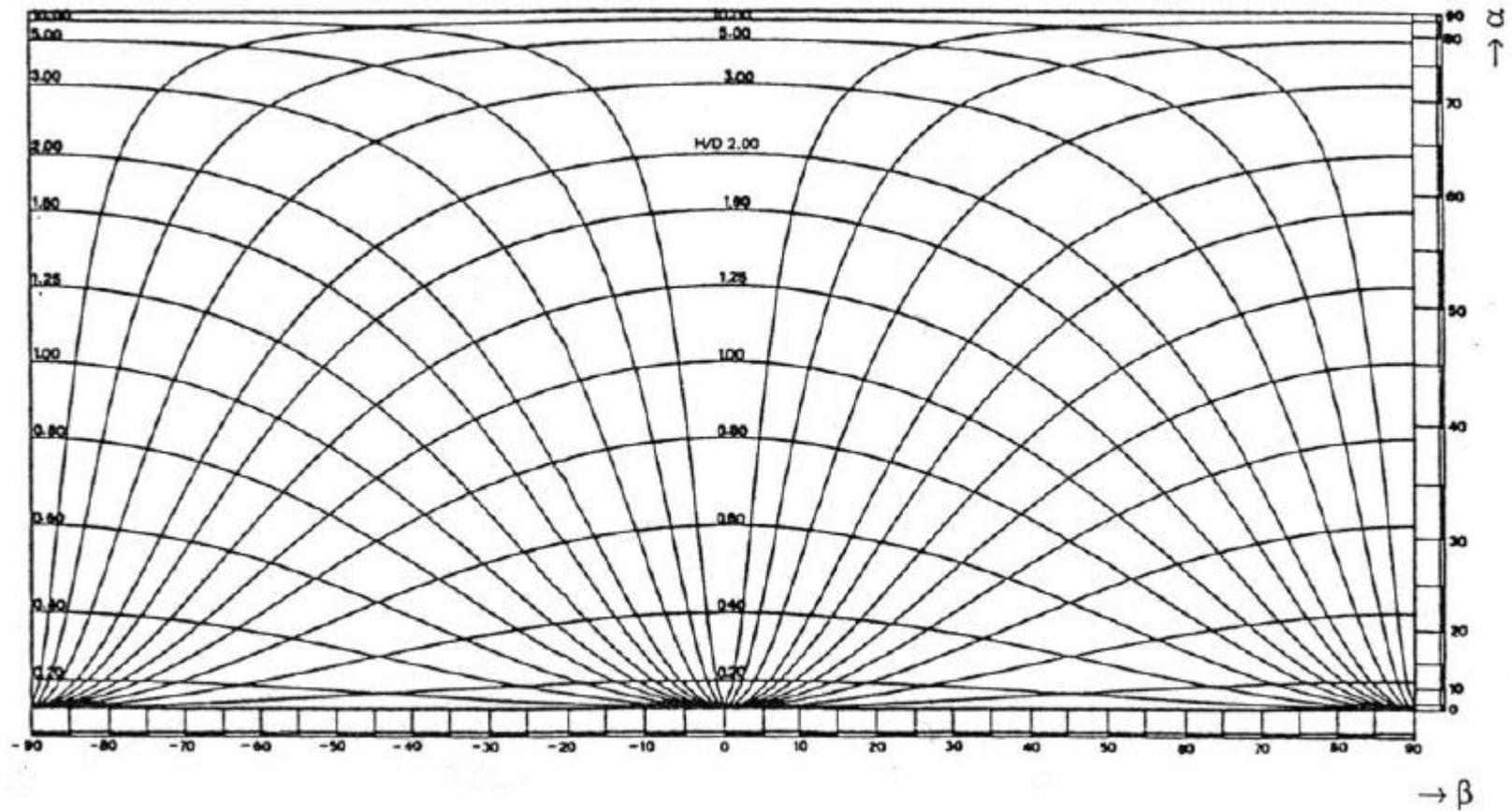
LA LUCE NATURALE

$$E_p = \frac{L}{2} \int_{\beta_1}^{\beta_2} (\sin^2 \alpha_2(\beta) - \sin^2 \alpha_1(\beta)) d\beta$$

$$= \frac{L}{2} \int_{\beta_1}^{\beta_2} \left(\sin^2 \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{H_2}{D_2} \cos \beta \right) \right) - \sin^2 \left(\operatorname{arctg} \left(\frac{H_1}{D_1} \cos \beta \right) \right) \right) d\beta$$

Un metodo pratico per risolvere l'integrale per via grafica è quello di utilizzare il diagramma di Waldram con il quale si calcola l'illuminamento sul punto P di una superficie. Sul Diagramma di Waldram si disegnano le aperture dalle quali entra la luce.

LA LUCE NATURALE

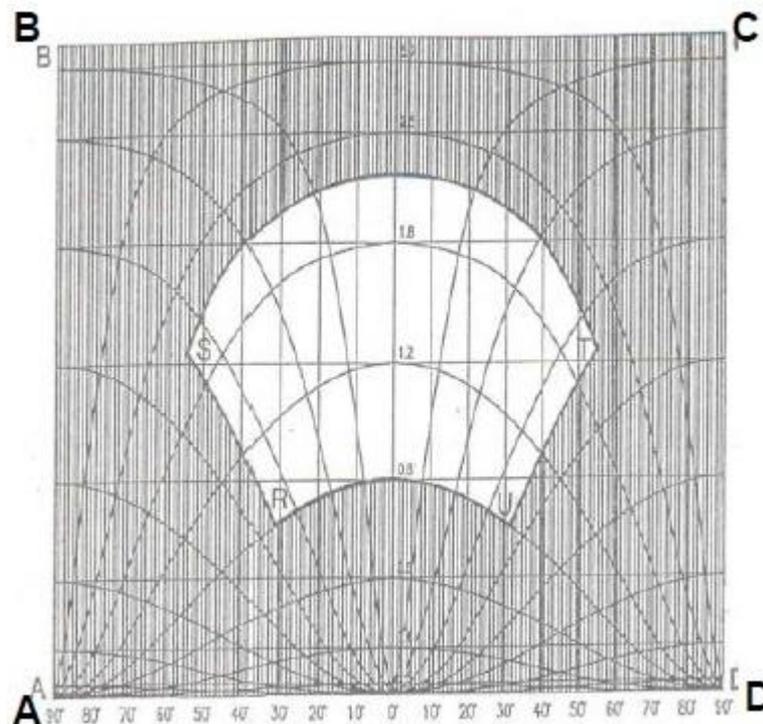


LA LUCE NATURALE

Esempio:

immagine di un lucernaio piano proiettato sul diagramma di Waldram; l'area bianca è il cielo visto attraverso il lucernaio e l'area tratteggiata rappresenta il soffitto e le pareti della stanza (superfici da cui non proviene la luce diretta).

Il fattore di luce diretta F si trova dividendo l'area bianca per due volte l'area dell'intero rettangolo ABCD



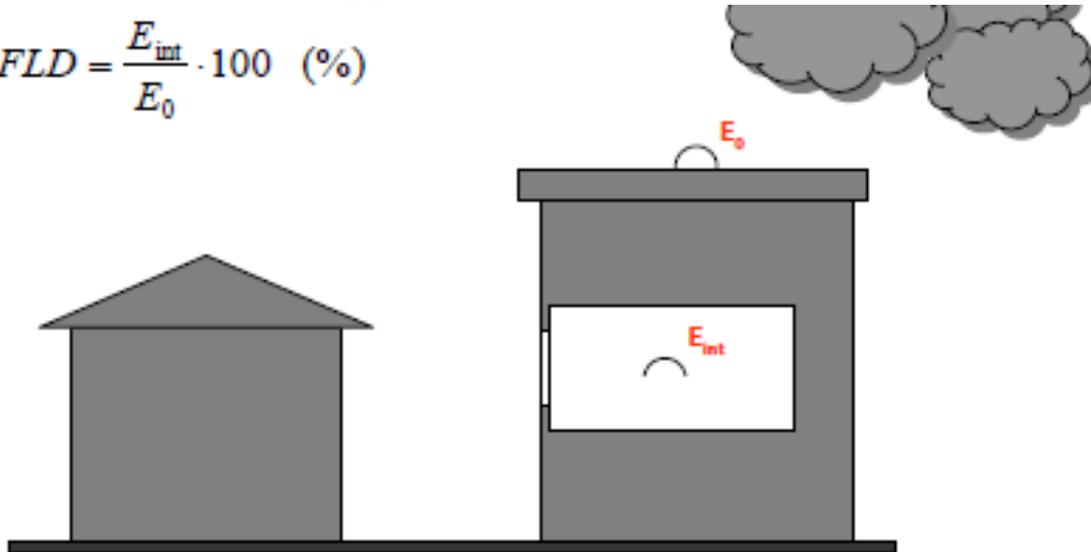
IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

La quantità di luce dipende dall'altezza del sole, e l'altezza del sole cambia continuamente. E' dunque poco significativo dunque esprimere l'illuminamento naturale con il valore in lux.

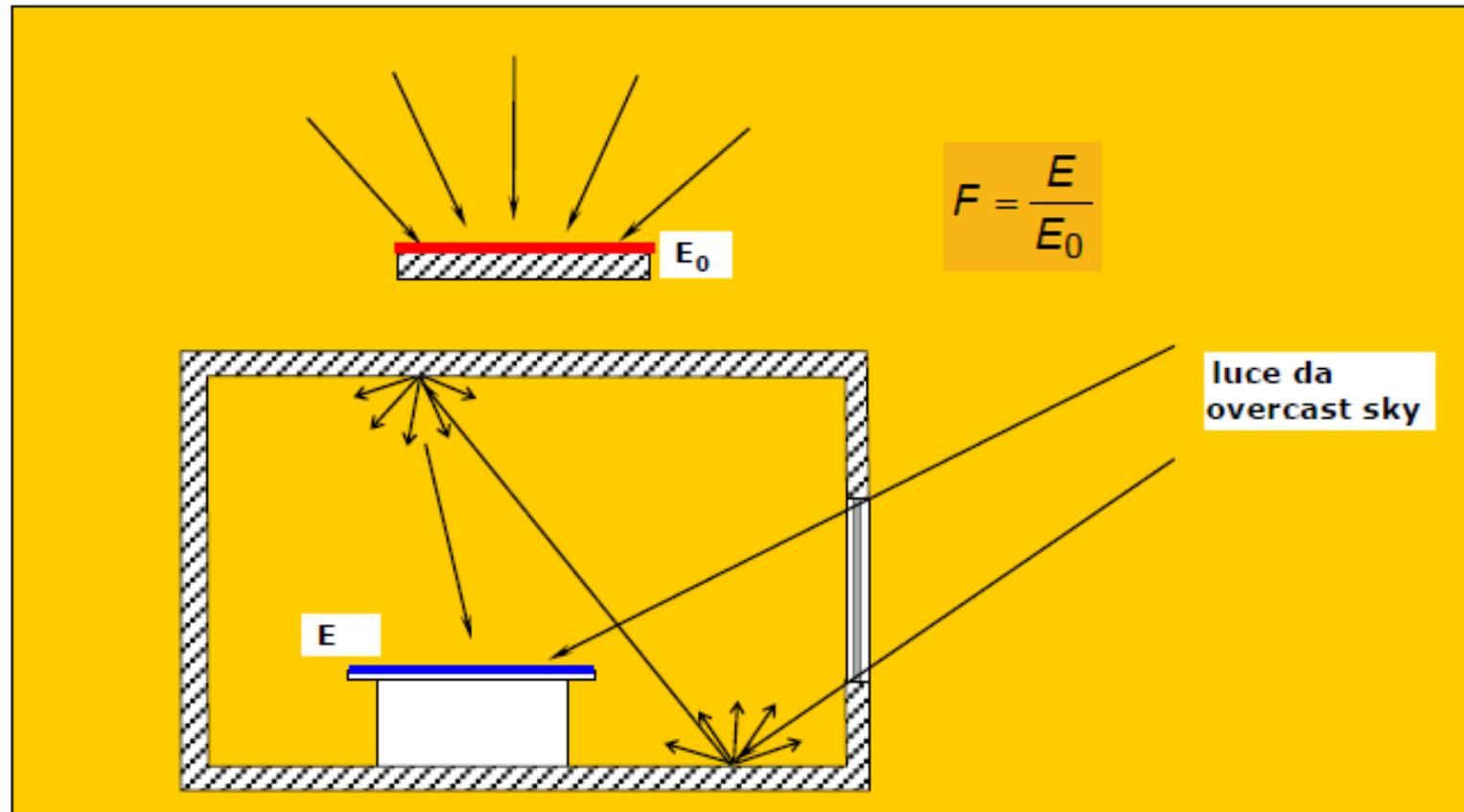
Il fattore di luce diurna è un parametro molto utilizzato per controllare l'efficacia di un ambiente interno nel fornire sufficiente quantità di luce naturale, in relazione all'illuminamento esterno disponibile in assenza di ostruzioni.

Esso esprime il rapporto percentuale fra l'illuminamento naturale che in un certo momento si ha in un punto interno dell'edificio e quello che simultaneamente è prodotto, su un piano orizzontale esterno assimilato a quello interno, dall'intera volta celeste, in assenza di irraggiamento solare diretto (valore adimensionale).

$$FLD = \frac{E_{int}}{E_0} \cdot 100 \quad (\%)$$



IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA



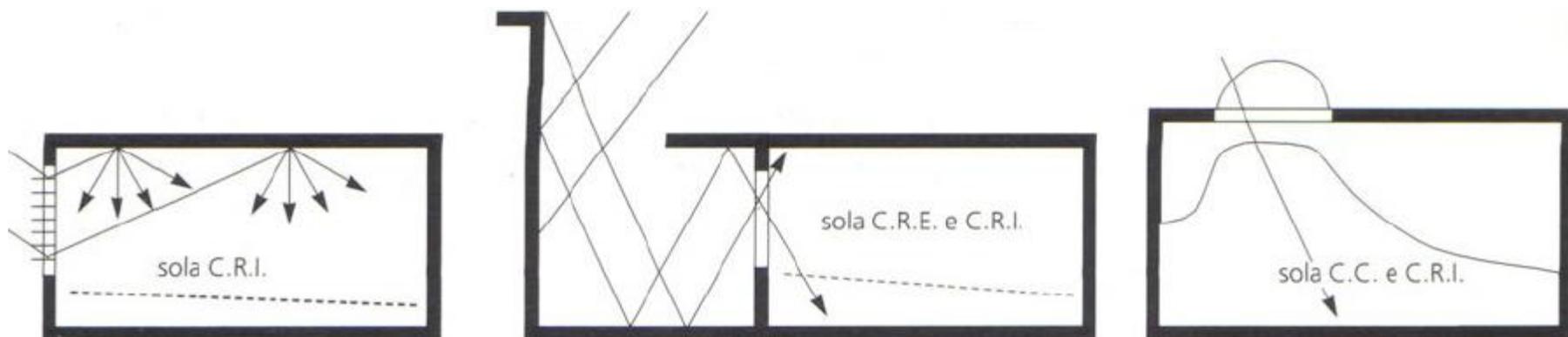
IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Il valore dell'illuminamento naturale in un determinato punto di un interno è dato dalla somma di tre componenti:

- la componente cielo (C.C.), che rappresenta la quantità di luce che giunge nel punto considerato senza essere stata prima riflessa da alcuna superficie;
- la componente riflessa esternamente (C.R.E.);
- la componente riflessa internamente (C.R.I.).

Il fattore di luce diurna, FLD, è calcolato come rapporto fra la somma delle tre componenti nell'ipotesi di assenza di ostruzioni

$$Fl_d = \frac{C.C. + C.R.E. + C.R.I.}{E_0}$$



IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

$$FLD_m = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot A_i \cdot \varepsilon_i \cdot \psi_i}{S (1 - r_m)}$$

A_i è l'area della superficie della finestra, escluso il telaio ($A_i = 0,75 \cdot A_f$);

t è il fattore di trasmissione luminosa del vetro;

ε è il fattore finestra, rappresentativo della posizione di volta celeste vista dal baricentro della finestra ($\varepsilon = 1$ per finestra orizzontale – lucernario - senza ostruzioni; $\varepsilon = 0,5$ per finestra verticale senza ostruzione; $\varepsilon < 0,5$ per finestra verticale con ostruzione);

S è l'area totale delle superfici che delimitano l'ambiente;

r_m è il coefficiente di riflessione medio nel visibile delle superfici che costituiscono l'involucro dell'ambiente considerato;

ψ_i è il fattore di riduzione del fattore finestra.

IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Il metodo è applicabile limitatamente al caso di:

spazi di forma regolare con profondità, misurata perpendicolarmente al piano della parete finestrata, minore o uguale a 3 volte l'altezza dal pavimento al punto più alto del vano finestra, alla condizione che i posti fissi di lavoro, nonché gli spazi vissuti con continuità, siano individuati negli elaborati di progetto entro una profondità massima di 2,5 volte l'altezza dal pavimento al punto più alto del vano finestra.

Il calcolo del FLDm per casi complessi può essere fatto mediante l'uso di strumenti di calcolo informatizzati:

Radiance (software prodotto da Lawrence Berkeley Laboratory, Building Technologies Program Energy & Environment Division, Building 90-3111, Berkeley, CA 94720.USA; scaricabile gratuitamente dal sito <http://radsite.lbl.gov/radiance/>

- applicabile genericamente in tutte le situazioni, ovvero:
- spazi di forma sia regolare, sia complessa;
- spazi prospicienti logge, balconi, ballatoi;
- qualsiasi tipo di aperture finestrate (finestre verticali, lucernari, ecc.).

IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Superlite (Predicting Daylighting and Lighting performance): software prodotto da Lawrence Berkeley Laboratory, Building Technologies Program Energy & Environment Division, Building 90-3111, Berkeley, CA 94720.USA: gratuitamente scaricabile dal sito <http://btech.lbl.gov/tools/superlite>

- applicabile nel caso di ambienti dalla forma non particolarmente complessa (sono ammessi spazi trapezoidali e ambienti a forma di L), con un numero non eccessivo di superfici e finestre, ed ostruzioni esterne semplici.

Entrambi gli strumenti consentono di calcolare il FLDm per tutte le condizioni di cielo.

IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Tipo di superficie trasparente	t
Vetro semplice trasparente	0,95
Vetro retinato	0,90
Doppio vetro trasparente	0,85

Materiale e natura della superficie	Coefficiente di rinvio
Intonaco comune bianco (latte di calce o simili) recente o carta	0,8
Intonaco comune o carta di colore molto chiaro (avorio, giallo, grigio)	0,7
Intonaco comune o carta di colore chiaro (grigio perla, avorio, giallo limone, rosa chiaro)	0,5 - 0,6
Intonaco comune o carta di colore medio (verde prato, azzurro chiaro, marrone chiaro)	0,3 - 0,5
Intonaco comune o carta di colore scuro (verde oliva, rosso)	0,1 - 0,3
Pavimenti di tinta chiara	0,4 - 0,6
Pavimenti di tinta scura	0,2
Alluminio	0,8 - 0,9

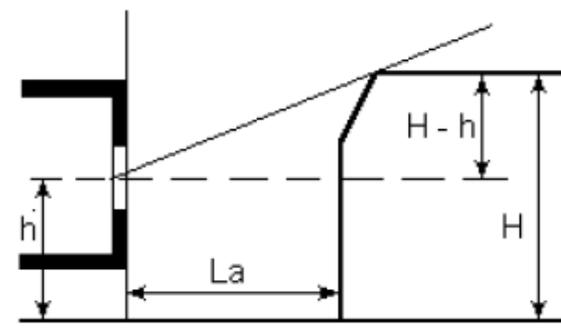
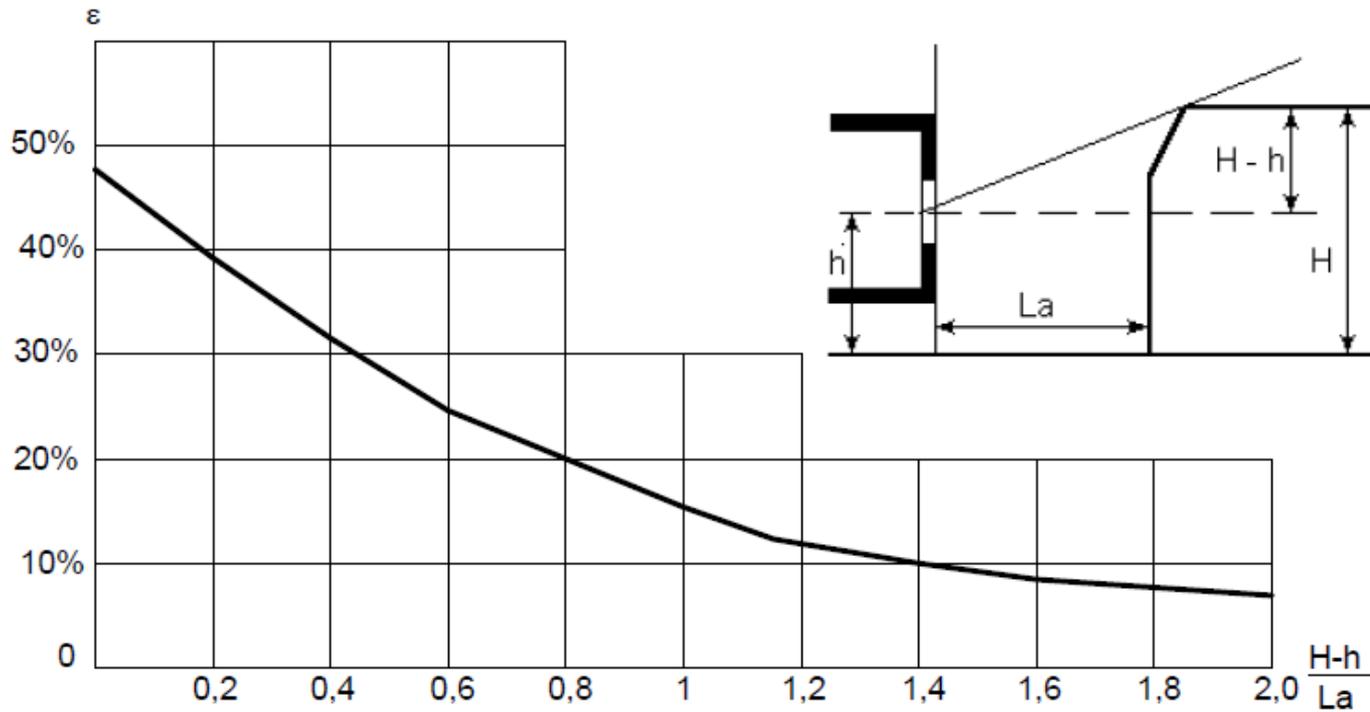
IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

$$r_m = \frac{\sum_i S_i r_i}{\sum_i S_i}$$

colore	r	colore	r
bianco	0.90 ÷ 0.75	blu scuro	0.10 ÷ 0.05
avorio	0.85 ÷ 0.80	verde scuro	0.10 ÷ 0.05
crema	0.80 ÷ 0.70	marrone	0.15 ÷ 0.05
giallo chiaro	0.70 ÷ 0.60	rosso scuro	0.10 ÷ 0.05
rosa	0.60 ÷ 0.45	grigio chiaro	0.40 ÷ 0.15
arancio	0.60 ÷ 0.40	grigio scuro	0.15 ÷ 0.05
verde chiaro	0.50 ÷ 0.40	nero	0.04 ÷ 0.01
azzurro chiaro	0.45 ÷ 0.40		

IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Fattore finestra



h = altezza della finestra dal piano stradale
 H = altezza del fabbricato contrapposto
 La = larghezza della strada
 ϵ = fattore finestra

fig. 1

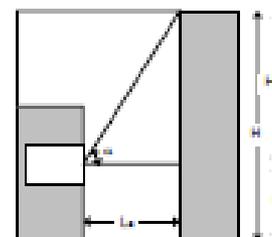
IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Fattore finestra

Ostruzioni che occupano la parte bassa del panorama

$$\varepsilon = \frac{1 - \operatorname{sen} \alpha}{2}$$

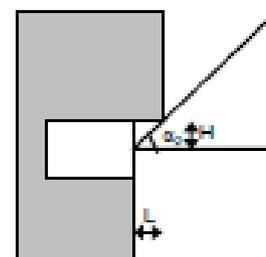
α = angolo piano di altitudine che sottende la parte ostruita di cielo



Ostruzioni che occupano la parte alta del panorama

$$\varepsilon = \frac{\operatorname{sen} \alpha_2}{2}$$

α_2 = angolo piano che sottende la parte visibile di cielo

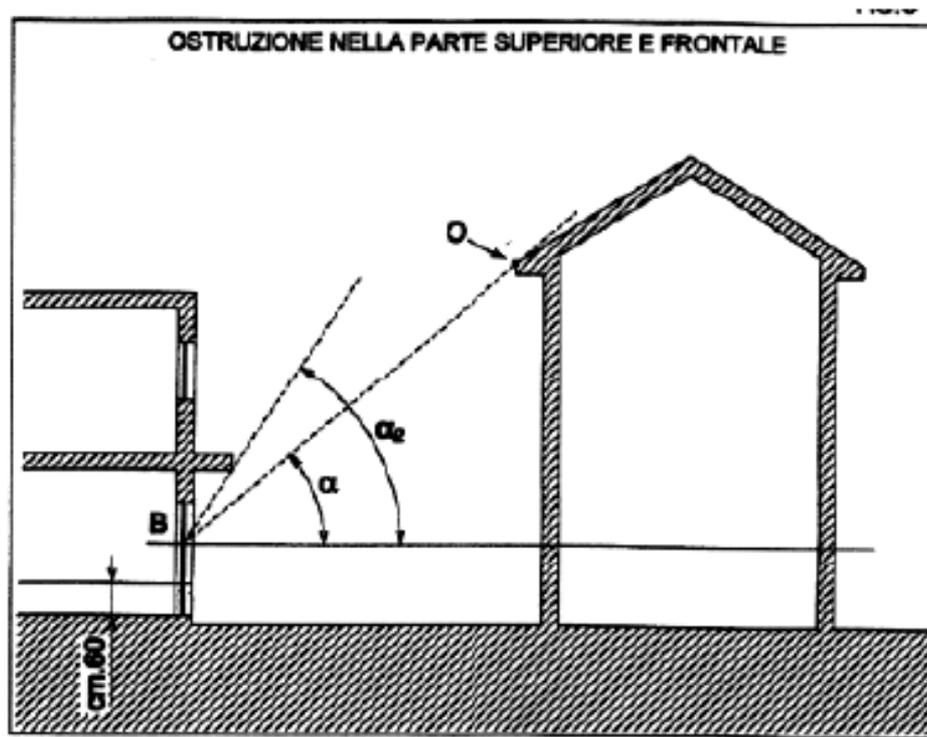
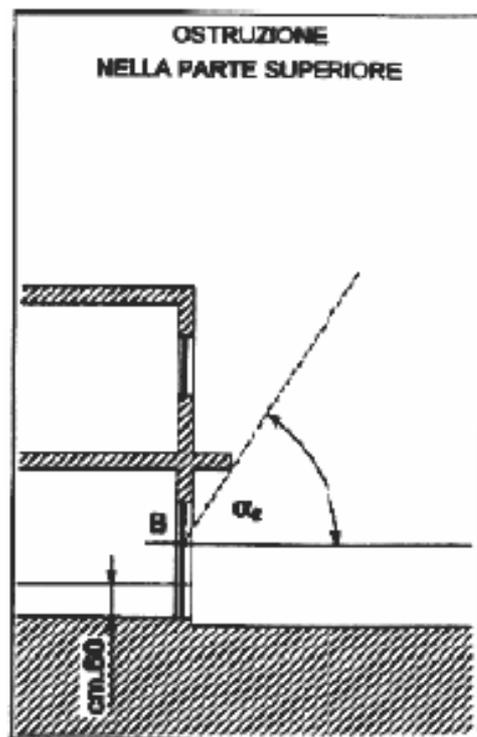


Ostruzioni che occupano sia la parte alta che quella bassa del panorama

$$\varepsilon = \frac{\operatorname{sen} \alpha_2 - \operatorname{sen} \alpha}{2}$$

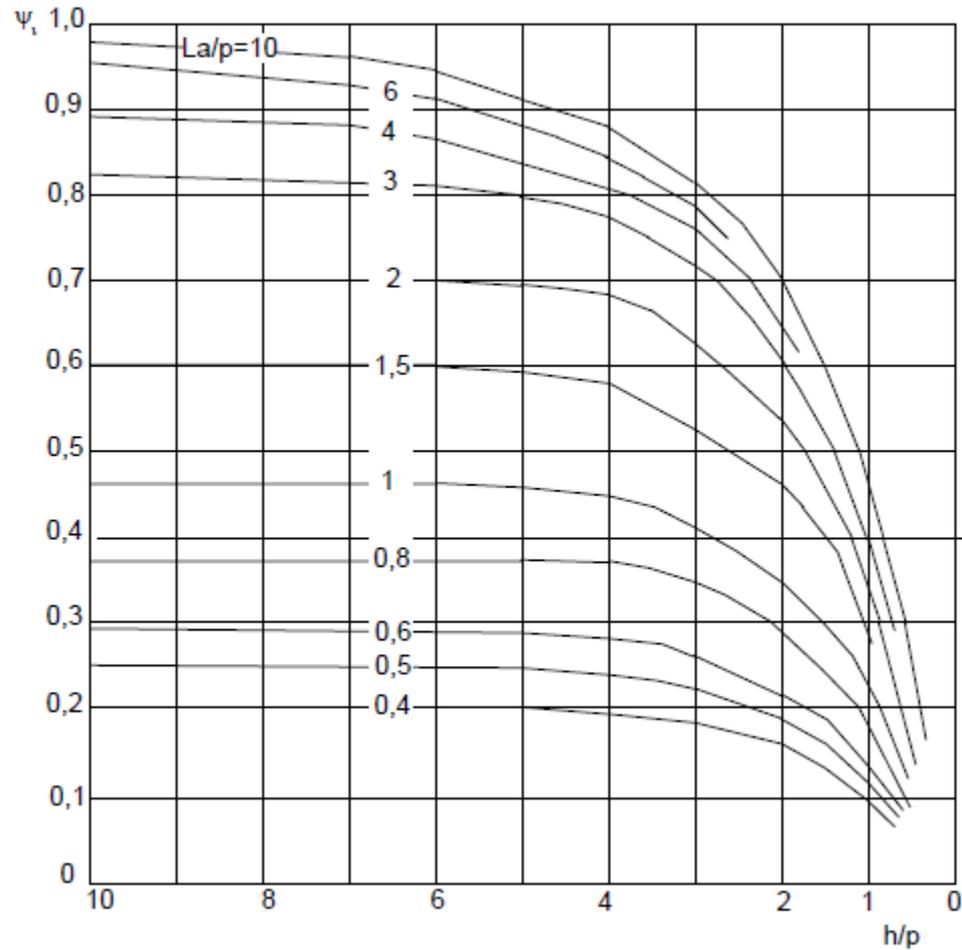
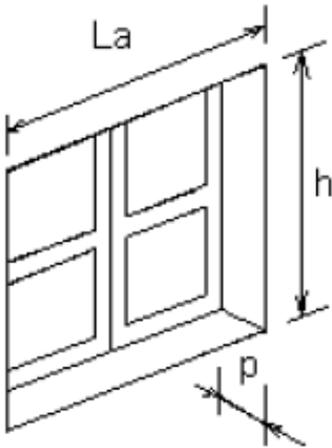
IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Fattore finestra



IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Fattore riduttivo



IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Decreto Ministeriale 18 luglio 1975 “Modificazioni alle istruzioni ministeriali del 20 giugno 1896 relativamente all'altezza minima e ai requisiti igienico sanitari principali dei locali di abitazione”.

All'articolo 5 tale Decreto si esprime con le seguenti parole:

“Per ciascun locale d'abitazione, l'ampiezza della finestra deve essere proporzionata in modo da assicurare un valore di fattore luce diurna medio non inferiore al 2 per cento, e comunque la superficie finestrata apribile non dovrà essere inferiore a $1/8$ della superficie del pavimento”.

Dal testo si nota immediatamente che le prestazioni richieste sono due.

la prima, un valore di fattore luce diurna medio non inferiore al 2 per cento, è chiaramente riferita all'illuminazione diurna;

la seconda, comunque la superficie finestrata apribile non dovrà essere inferiore a $1/8$ della superficie del pavimento, si occupa invece della superficie utile a garantire la ventilazione degli ambienti.

Nel marzo del 2000, il metodo per la valutazione del fattore medio di luce diurna è stato proposto in appendice A della norma UNI 10840 “Locali scolastici, criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale”.

IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

Valori limite del fattore di luce diurna secondo la legislazione vigente:

Ambienti residenziali (D.M. 5/7/75)

- Locali di abitazione: 2% (inoltre la superficie finestrata apribile non deve essere inferiore a 1/8 della superficie del pavimento)

Ambienti ospedalieri (Circ. 13011 22/11/74)

- Ambienti di degenza, diagnostica, laboratori: 3%
- Palestre, refettori: 2%
- Uffici, spazi per la distribuzione, scale: 1%

Ambienti scolastici (D.M. 18/12/75)

- Ambienti ad uso didattico (aule per lezione, studio, lettura, disegno ecc.): 3%
- Palestre, refettori: 2%
- Uffici, spazi per la distribuzione, scale, servizi igienici: 1%

DATI RADIAZIONE SOLARE

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=it&map=europe>

EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE GENERAL
Joint Research Centre

EUROPA > EC > CCR > IES > RE > SOLAREC > PVGIS > Mappe interattive > Dati Irradiazione Solare

PVGIS Dati Irradiazione Solare

Scegli tipologia di dati che vuoi vedere, poi fai click sulla mappa per aprire una nuova finestra dove appariranno i risultati. [auto](#)

Scegli i dati da vedere in una tabella. Seleziona i vari campi usando ctrl e il bottone sinistro del mouse

- Irradiazione orizzontale
- Irradiazione a 15 gr.
- Irradiazione a 25 gr.
- Irradiazione a 40 gr.
- Irradiazione a 90 gr.
- Irradiazione ad angolo ottimale
- Turbidità Linke
- Radiazione diff./globale
- Angolo inclinazione ottimale

Mostri valori mensili in modo grafico
 Mostri distribuzione di probabilità dell'irradiazione orizzontale giornaliera

Fai Zoom Ridurre Zoom

Scegli mappa: Mappa d'altitudine

Scegliere paese/regione e città oppure metti latitudine e longitudine e premi "Invia" per vedere i dati per la località scelta

Paese/regione: Italia

Città: Scegli una città

Latitudine: 46 ° ' " N
Longitudine: 13 ° ' " E

Invia

Applications: Scegli applicativo Region: Scegli regione:

ATTENTION: a new version of PVGIS is now available and will at some point replace this version. You can find the new PVGIS [Here](#). Please update your bookmarks.

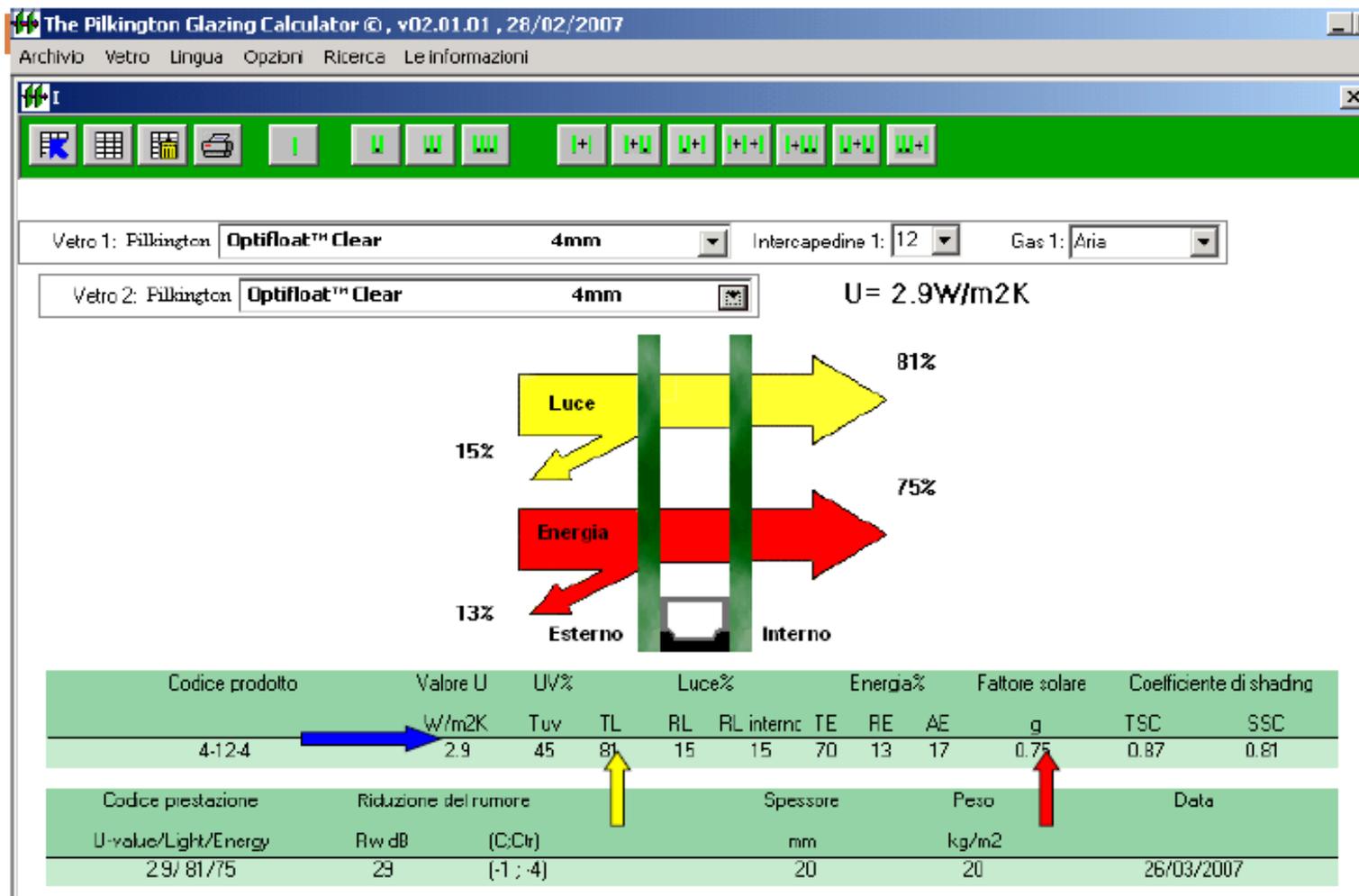
Scegli una località 1) cliccando sulla mappa, 2) scegliendo paese/regione ed una città oppure 3) inserendo i coordinati della latitudine e longitudine. Vedi più informazione sui dati e la metodologia [qui](#)

Elevation above sea level [metres]

0
1000
2000
3000
4000
5000

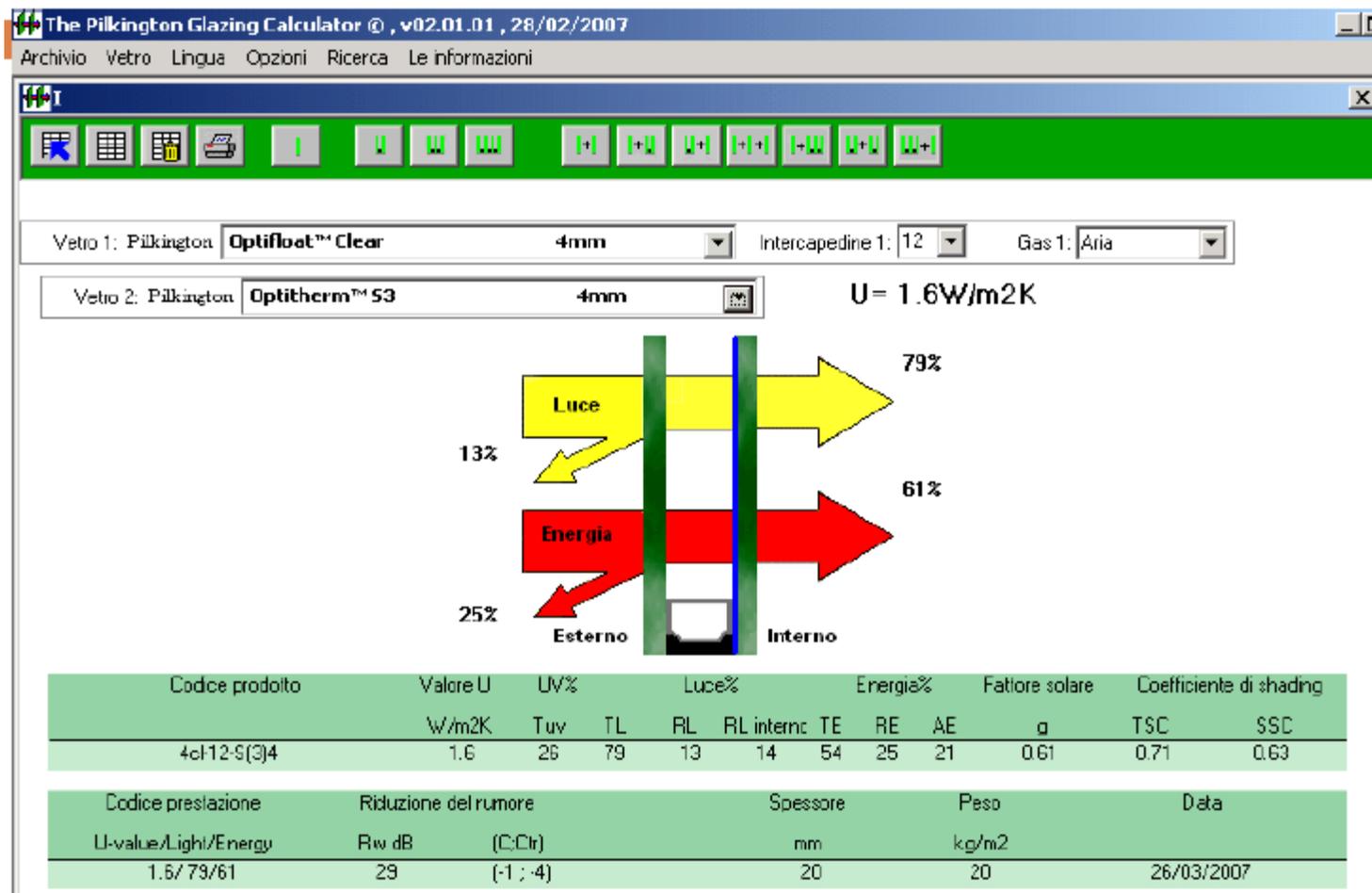
Questo sito vi è stato 'infitto' da [Thomas Huld](#) e [Marcel Suri](#)

VETRATE



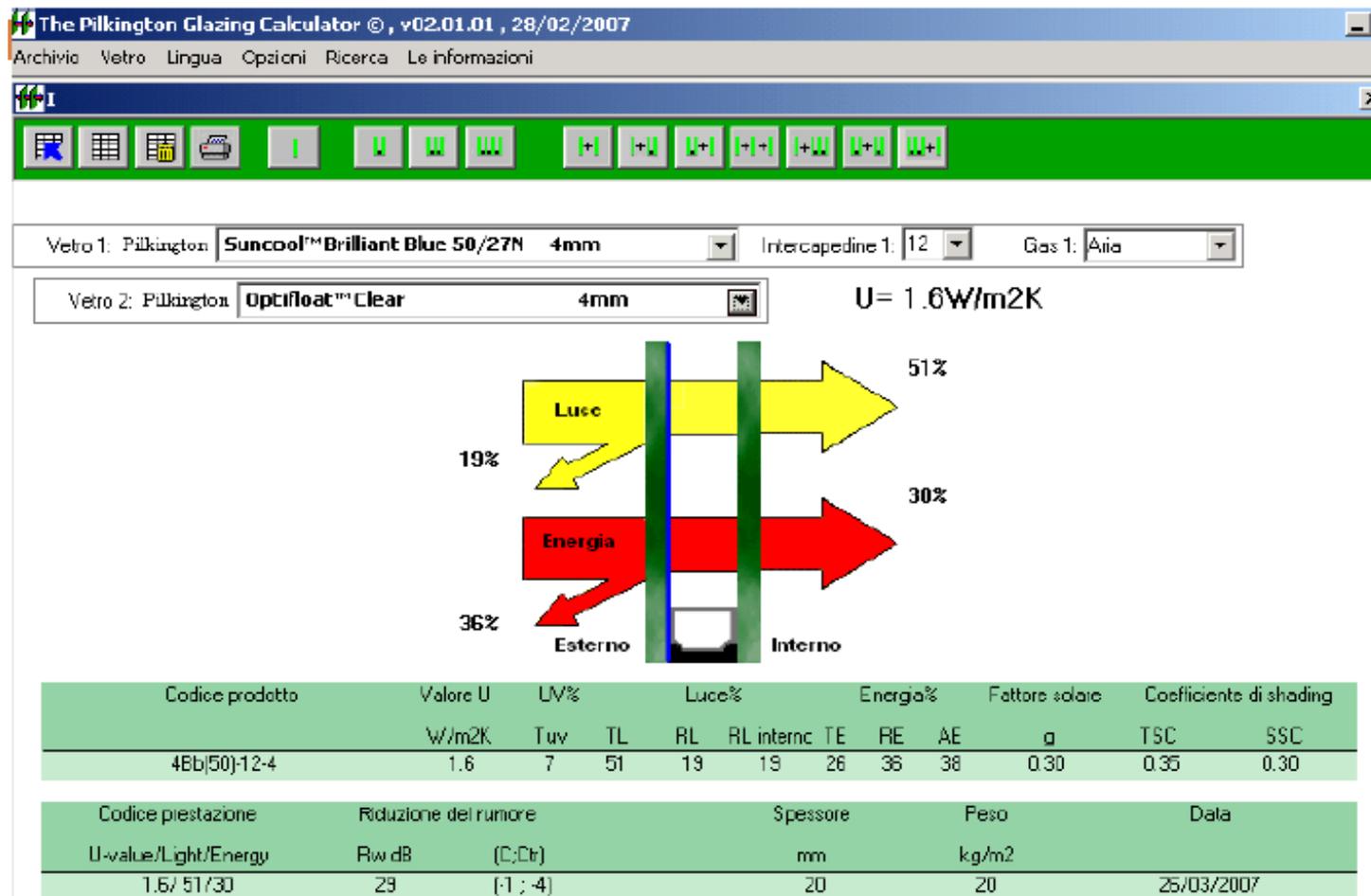
VETRATE

Vetro basso emissivo



VETRATE

Vetro riflettente selettivo



VETRATE



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico



WINDOWS AND SHADING ENERGY, LUMINOUS AND THERMAL EVALUATION ROUTINE

**Software sviluppato nell'ambito dell'accordo di programma (AdP) ENEA MSE
Ricerca Sistema Elettrico. Tema di ricerca 5.4.1.1/2
"Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi
edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo**

versione: 1.0.0.0

In collaborazione con:



Associazione Italiana
Tende, Schemature Solari
e Chiusure Tecniche Oscuranti



EDILEGNOARREDO
ASSOCIAZIONE FEDERLEGNARREDO



CENTRO DI INFORMAZIONE SUL PVC



UNCSAAL
Unione Nazionale Costruttori
Serramenti Alluminio Acciaio Leghe

IL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA

WIN-SHELTER - [Progettazione componenti trasparenti (modalità standard)]

File Componenti trasparenti Opzioni Finestre ?

Prog. n°vetri: 2 n°el.: 3

Nome: Larghezza (m): 1 Altezza (m): 1,2

Condi: EN13363-2 Riferimento Altezza sole (*):

Vetro n°1

Nome: Win-Shelter
Vetro chiaro comune 4 mm
Spessore (mm): 4
Tipo: Film
Chiusa
Vent. (m²/s):
Collegato a...
Chiusa

Visible
T (%): 90
R (%): 8 R' (%): 8

Solare
T (%): 82
R (%): 7 R' (%): 7

Emissività
Faccia 1 Faccia 2
0,89 0,89

Inverti Salva

Intercapedine n°1

Nome: Aria 100%
Spessore (mm): 12
Tipo: Chiusa
Vent. (m²/s):
Collegato a...
Chiusa

ARIA (%): 100

Salva

Vetro n°2

Nome: Win-Shelter
Vetro chiaro comune 4 mm
Spessore (mm): 4
Tipo: Film
Chiusa
Vent. (m²/s):
Collegato a...
Chiusa

Visible
T (%): 90
R (%): 8 R' (%): 8

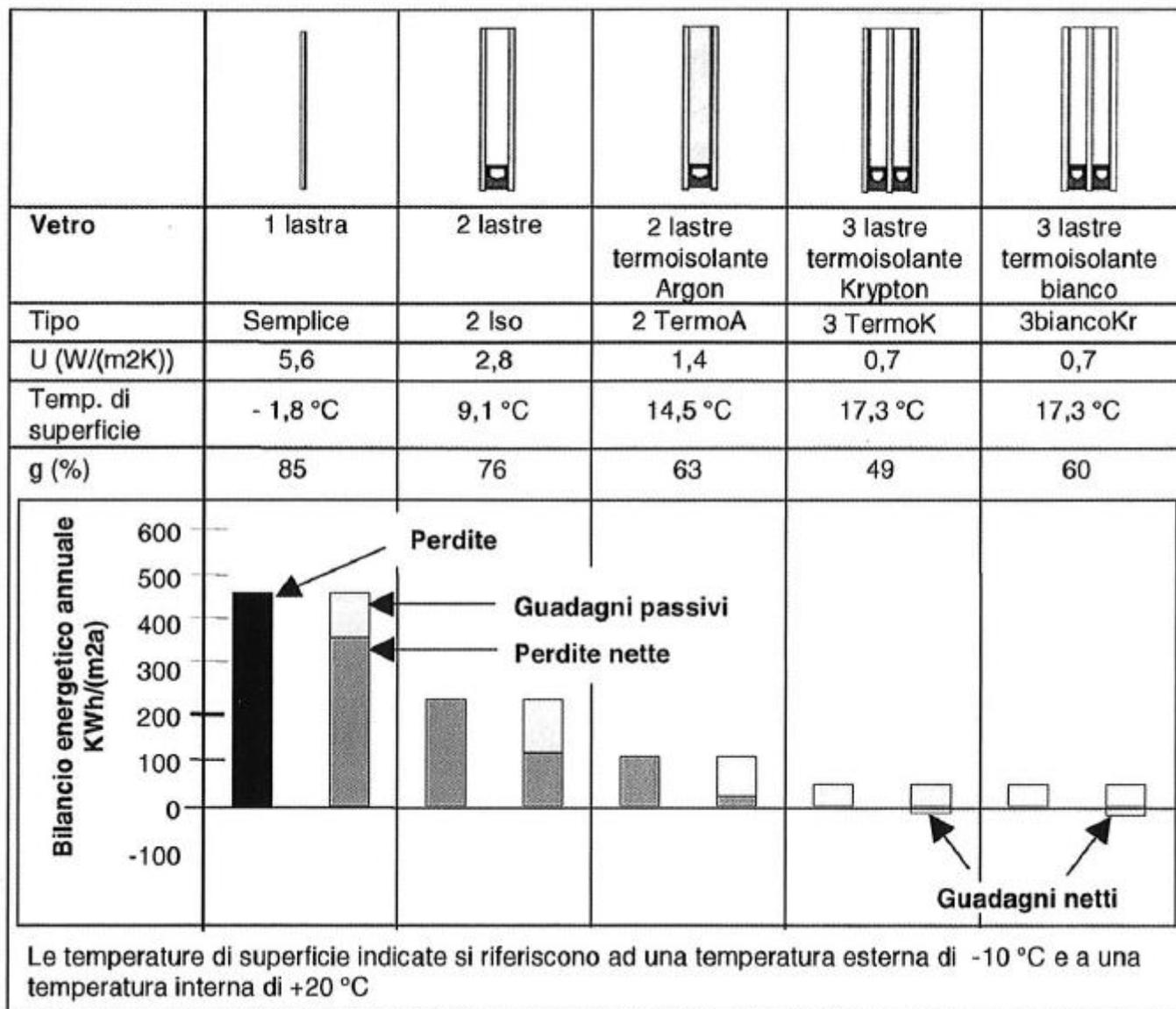
Solare
T (%): 82
R (%): 7 R' (%): 7

Emissività
Faccia 3 Faccia 4
0,89 0,89

Inverti Salva

Esterno Interno

Pronto!



Da: Feist, W., Gestaltungsgrundlagen, p. 27

da Uwe Wienke
L'edificio Passivo

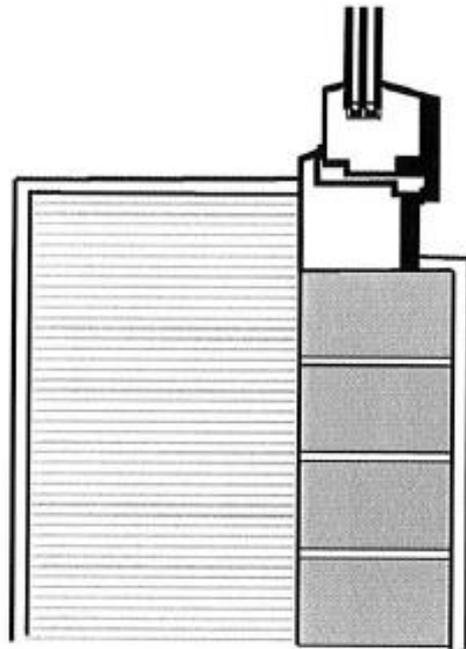
TIPI DI VETRO

Tipo di vetro	Valore U W/(m ² K)	Valore g (%)
2 lastre di vetro isolante a bassa emissività*	1,2 – 1,4	55 – 68
3 lastre di vetro isolante a bassa emissività (2X11 mm krypton)	0,6 – 0,7	45 – 53
3 lastre di vetro isolante a bassa emissività (2X16 mm argon)	0,7 – 0,8	45 – 53
3 lastre di vetro isolante a bassa emissività (2X7 mm xenon)	0,5	41
3 lastre di vetro isolante a bassa emissività, extrachiaro (krypton)	0,7	60
Finestra combinata con 2 lastre di vetro isolante a bassa emissività) e, all'esterno 1 lastra di cristallo semplice	0,8	52
* in un edificio passivo non è adatto per vetrate di dimensione elevata		

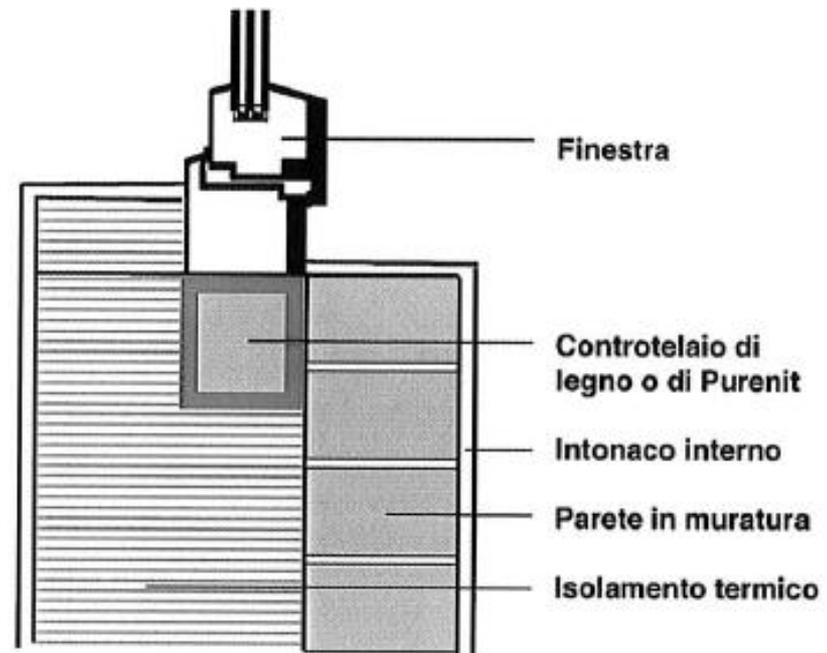
I pregi delle finestre speciali possono essere compromessi da un montaggio inadeguato che permette l'infiltrazione d'aria attraverso i collegamenti alla parete. Una finestra si monta normalmente nell'apertura della parete, perché questa è un elemento solido. Un simile montaggio non è ammesso in un edificio passivo, perché creerebbe un ponte termico che comporterebbe notevoli perdite di calore. Il montaggio più idoneo della finestra sarebbe quello nel piano dell'isolamento termico, ma il materiale termoisolante non è sufficientemente solido. Una soluzione dimostratasi appropriata è il montaggio della finestra su un controtelaio di legno (o di Purenit), a sua volta montato all'esterno della muratura nel piano dell'isolamento. Il montaggio però deve essere eseguito molto accuratamente.

da Uwe Wienke - *L'edificio Passivo*

TIPI DI VETRO



Montaggio nel piano della parete
sconsigliato



Montaggio nel piano dell'isolamento termico
consigliato

da Uwe Wienke - *L'edificio Passivo*

TIPI DI VETRO

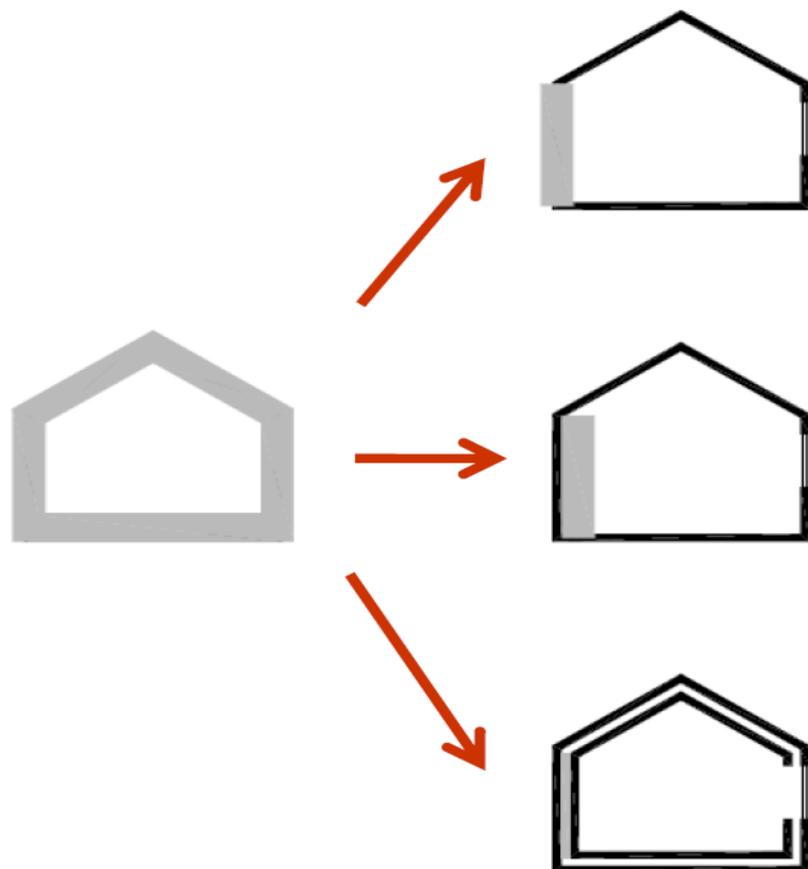
Per quanto riguarda la costruzione di edifici passivi in climi più miti di quelli dell'Europa centrale, ci si può chiedere se il tipo di finestra appena descritto ($U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,6$) sia veramente il più adatto. Una risposta la possiamo ricavare dal bilancio termico. Trascurando i ponti termici lineari, si può affermare che in Italia una simile finestra procura apporti solari tre volte maggiori che in Germania. Infatti, in Germania, gli apporti netti ottenibili da un metro quadrato di finestra sono $33 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, mentre in Italia sono $92 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, perché la radiazione solare è più consistente e i gradi giorno sono di meno. Volendo ottenere apporti netti nella misura del 30-40 per cento di quelli lordi, in una casa passiva italiana sarebbero già sufficienti finestre con un valore $U = 1,4$ o $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ che sono anche meno costose di quelle usate nell'Europa centrale.

Gli apporti netti ottenibili non sono però l'unico criterio per la scelta delle finestre. Per il comfort termico all'interno è anche rilevante che la temperatura della superficie interna del vetro (t_i) non sia inferiore di $3,5 \text{ K}$ di quella dell'aria interna (T_i). Anche questa differenza di temperatura può essere calcolata. In condizioni di una temperatura interna di $18 \text{ }^\circ\text{C}$ e una esterna di $-2 \text{ }^\circ\text{C}$, la temperatura sulla superficie interna di una finestra con $U = 1,4 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ è di $14,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e quindi la differenza è proprio di $3,5 \text{ K}$.

da Uwe Wienke - L'edificio Passivo

ISOLAMENTO TERMICO

ISOLAMENTO DELLE PARETI



Isolamento a cappotto esterno

L'isolamento dall'esterno o a cappotto consiste nell'incollare e tassellare i pannelli di isolante sulla struttura edilizia presente. Sui pannelli viene applicato il rasante e annegata la rete portaintonaco per effettuare la finitura. E' importante che la posa in opera sia effettuata da personale specializzato, scegliendo il "sistema a cappotto".

Isolamento dall'interno

Questo tipo di isolamento si ottiene foderando le pareti (e anche soffitti) dall'interno, riguarda essenzialmente interventi di riqualificazione energetica in cui non è possibile intervenire con l'isolamento all'esterno o nell'intercapedine, in quanto sottrae superficie utile agli ambienti ed è più soggetto a fenomeni di condensa.

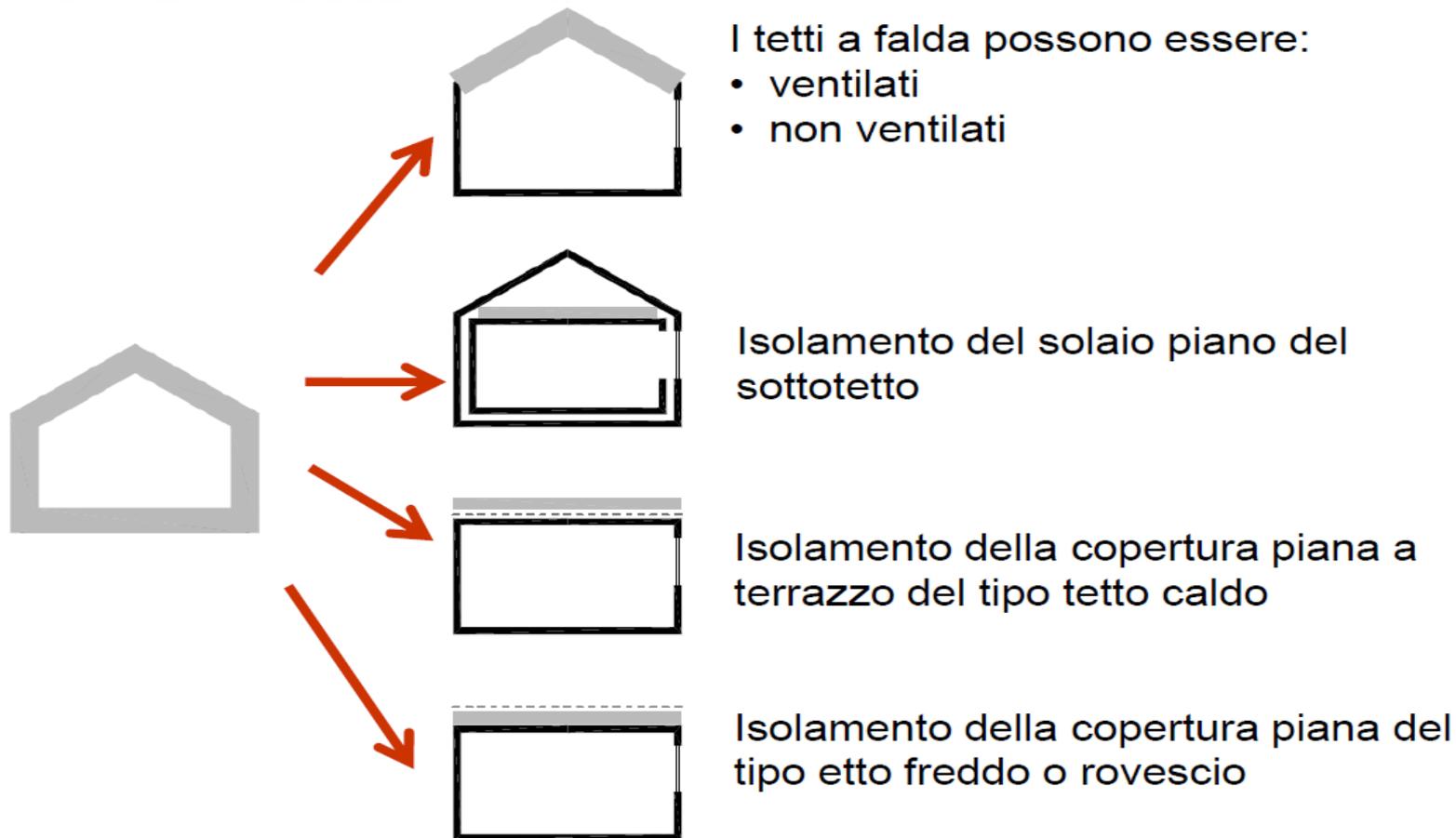
Isolamento in intercapedine

L'isolamento in intercapedine prevede l'inserimento dell'isolante all'interno della cortina edilizia, in questo modo possono essere utilizzati sia isolanti sfusi o fibrosi di bassa densità che isolanti in lastre rigide.

Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT – Bolzano 28.01.2011

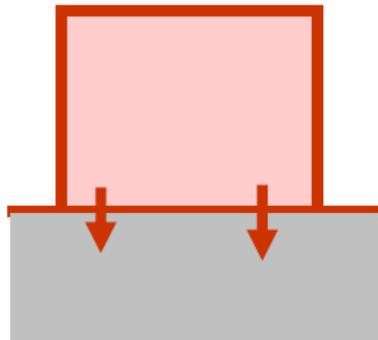
ISOLAMENTO TERMICO

ISOLAMENTO DELLA COPERTURA

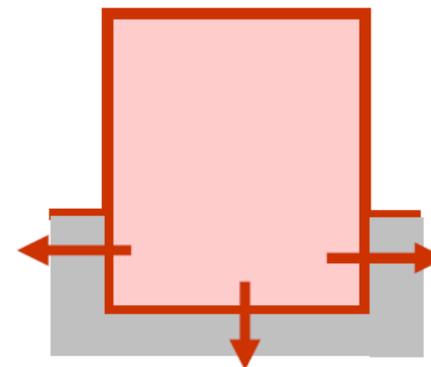


Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT – Bolzano 28.01.2011

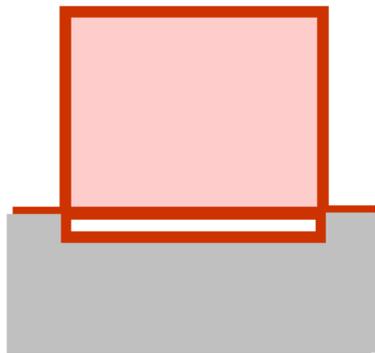
ISOLAMENTO TERMICO



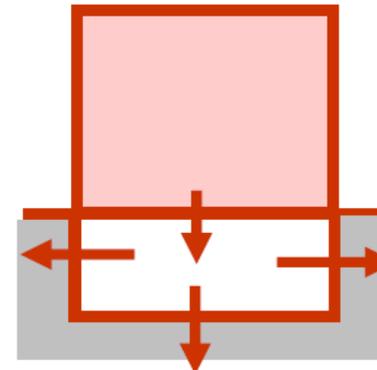
PAVIMENTO CONTROTERRA



PIANO INTERRATO RISCALDATO



PAVIMENTO SU INTERCAPEDINE



PAVIMENTO SU PIANO INTERRATO NON RISCALDATO

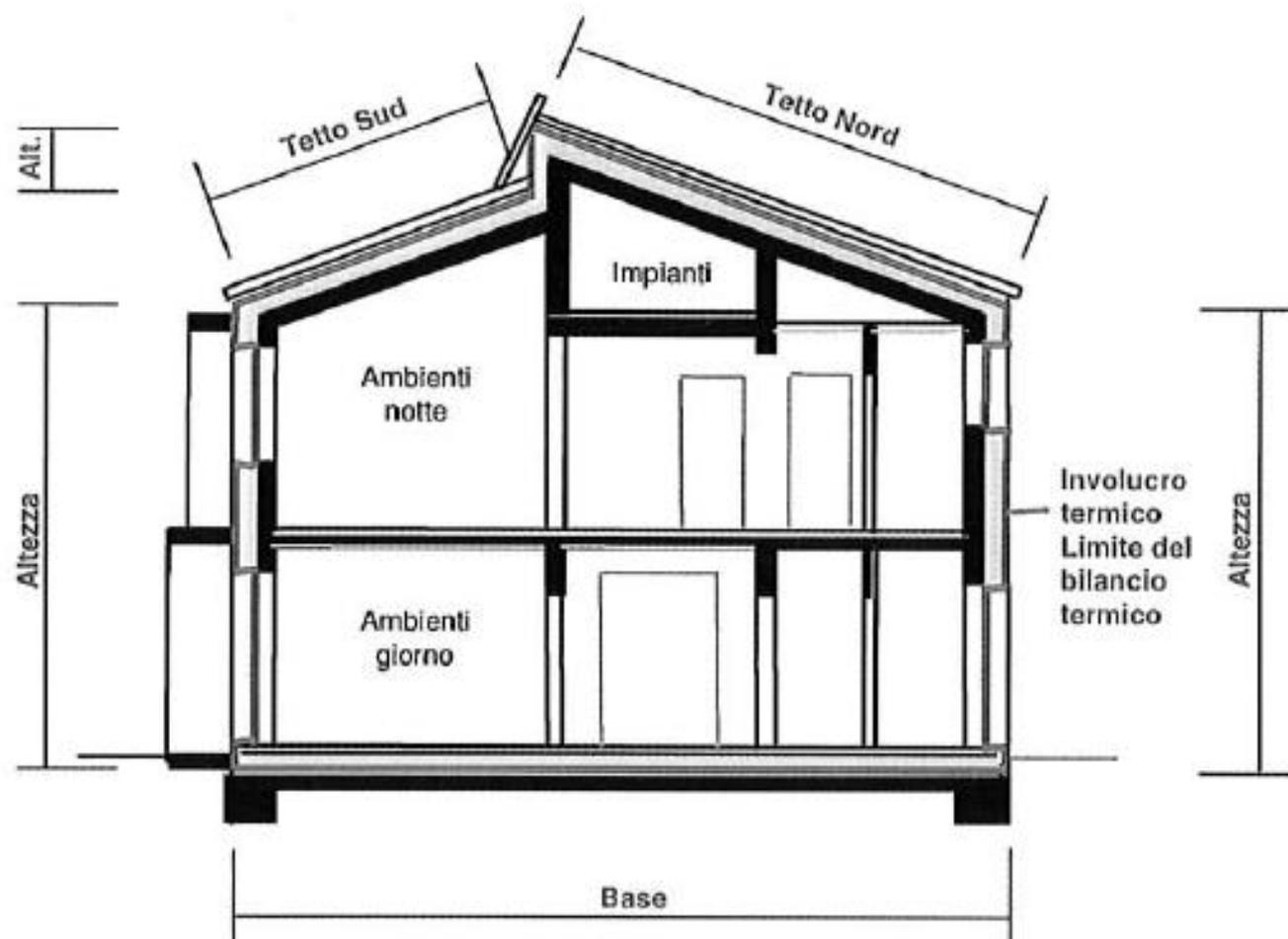
Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT – Bolzano 28.01.2011

ISOLAMENTO TERMICO

L'involucro termico ha la funzione di ridurre gli scambi termici tra interno ed esterno; in inverno deve diminuire le perdite di calore e in estate prevenire il surriscaldamento delle strutture. Nel caso di un edificio passivo l'involucro deve ridurre gli scambi termici in misura tale che il fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale non superi i $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Ciò significa che l'involucro deve avere un isolamento termico molto efficace ed impedire l'infiltrazione dell'aria.

Uno dei compiti della progettazione è la determinazione degli scambi termici tra l'interno e l'esterno dell'edificio. La determinazione richiede un particolare calcolo, detto "bilancio termico" e, per eseguirlo, occorre una precisa definizione dell'area dell'involucro. Nel caso di un edificio passivo, l'area rilevante per il bilancio termico è quella della superficie esterna dell'isolamento termico che deve essere sempre applicato "a cappotto", ossia all'esterno delle pareti perimetrali, del solaio e del tetto. L'involucro termico deve essere ininterrotto e quindi, nella sezione dell'edificio, deve essere possibile tracciarne il limite con un'unica linea.

ISOLAMENTO TERMICO



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo (μ adimensionale: esprime di quanto la resistenza al passaggio del vapore di un certo materiale è superiore a quella dell'aria a parità di spessore e temperatura, tenuto conto per l'aria un valore $\mu=1$)

Resistenza alla diffusione del vapore acqueo in m^2/hPa

Permeabilità al vapore in $kg/msPa$ (quantità di vapore che passa nell'unità di tempo attraverso uno spessore unitario a causa di una differenza unitaria di pressione)

La permeabilità al vapore di uno strato di materiale viene definita anche indicando lo spessore equivalente S_d , corrispondente allo spessore di uno strato d'aria che ha la stessa resistenza alla diffusione del vapore acqueo di uno strato di materiale di spessore d e fattore di resistenza μ .

La relazione tra i parametri è $S_d = \mu \cdot d$

$S_d < 0,1$ ml: alta traspirazione

$1 \text{ ml} < S_d < 20 \text{ ml}$: freno al vapore (materiale “semitrasparente “al vapore)

$S_d > 20 \text{ ml}$: barriera al vapore

Massa volumica in Kg/m^3

Calore Specifico in $J/kg^\circ C$

La conducibilità o conduttività termica (indicata con λ o K) in W/mK

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

La conducibilità o conduttività termica (indicata con λ) è il rapporto, in condizioni stazionarie, fra il flusso di calore e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore. In altri termini, la conducibilità termica è una misura dell'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore e dipende solo dalla natura del materiale (non dalla sua forma).

La conducibilità termica non va confusa con la diffusività termica (o conducibilità termometrica), che è il rapporto fra la conducibilità termica e il prodotto fra densità e calore specifico della data sostanza (espressa nel Sistema internazionale in m^2/s , analogamente a tutte le "diffusività") e misura l'attitudine di una sostanza a trasmettere, non il calore, bensì una variazione di temperatura.

In formula, supponendo che un elemento lungo d e di sezione S , abbia i suoi due estremi a contatto con due sorgenti di calore a temperature diverse:

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{S \cdot (T_2 - T_1)}$$

dove:

Q è il tasso di trasferimento di calore, misurato in watt, cioè la quantità di energia termica (calore) che transita nell'unità di tempo attraverso la sezione S ;

d è la lunghezza, misurata in metri, (ovvero la distanza tra i punti a temperatura T_1 e T_2), che si suppone omogenea;

S è l'area, misurata in metri quadri, della sezione trasversale rispetto alla direzione del gradiente di temperatura, ovvero alla direzione attraverso la quale viene misurata la lunghezza d ;

T_1 e T_2 sono le temperature, misurate in gradi kelvin, assunte agli estremi.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

L'isolamento termico di un determinato materiale è la stessa cosa della conducibilità termica ed ha la stessa unità di misura: il Lambda espresso in W/mK.

Se invece consideriamo un elemento costruttivo nel suo insieme parliamo del coefficiente totale di trasmittanza termica U (espresso in W/m²K):

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_g + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}}$$

dove:

h_i e h_e sono i coefficienti di convezione termica o di adduzione liminare con l'ambiente (resistenze superficiali);

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ sono i coefficienti di conducibilità termica dei materiali che compongono l'elemento;

$d_1, d_2 \dots d_n$ sono i rispettivi spessori;

R_g è la resistenza al passaggio termico di strati di aria immobili.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

La conducibilità termica di una sostanza dipende dalla temperatura (per alcuni materiali aumenta all'aumentare della temperatura, per altri diminuisce), dall'induzione magnetica, e da fattori fisici come la porosità, e dipende anche dalla pressione nel caso di aeriformi.

UNI EN ISO 10456 - Materiali e prodotti per edilizia – Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto

$$\lambda_1 = \lambda_2 \cdot F_t \cdot F_m$$

7.2 Conversion for temperature

The factor F_T for temperature is determined by

$$F_T = e^{f_T(T_2 - T_1)}$$

where

f_T is the temperature conversion coefficient;

T_1 is the temperature of the first set of conditions;

T_2 is the temperature of the second set of conditions.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

7.3 Conversion for moisture

The factor F_m for moisture content is determined as follows:

a) conversion of moisture content given as mass by mass:

$$F_m = e^{f_u(u_2 - u_1)}$$

where

f_u is the moisture conversion coefficient mass by mass;

u_1 is the moisture content mass by mass of the first set of conditions;

u_2 is the moisture content mass by mass of the second set of conditions;

b) conversion of moisture content given as volume by volume:

$$F_m = e^{f_\psi(\psi_2 - \psi_1)}$$

where

f_ψ is the moisture conversion coefficient volume by volume;

ψ_1 is the moisture content volume by volume of the first set of conditions;

ψ_2 is the moisture content volume by volume of the second set of conditions.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

7.4 Age conversion

The ageing depends upon the material type, facings, structures, the blowing agent, the temperature and the thickness of the material. For a given material, the ageing effect can be obtained from theoretical models validated by experimental data. There are no simple rules to correlate ageing over time for a given material.

materiali isolanti, Appendice A – ISO 10456

materiale	Conducibilità [W/mK]	ft (1/K)	Contenuto di umidità (kg/kg)	fu (kg/kg)	Contenuto di umidità (m ³ /m ³)	f _ψ (m ³ /m ³)
Fibre minerali						
Matasse, feltri e fibre sciolte	0.035	0.0046			<0,15	4
	0,040	0,0056				
	0.045	0.0062				
	0.050	0.0069				
pannelli	0.032	0.0038			<0,15	4
	0.034	0.0043				
	0.036	0.0048				
	0.038	0.0053				
Panelli rigidi	0.030	0.0035			<0,15	4
	0.033	0.0035				
	0.035	0.0031				

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

UNI EN 12831 - Metodo di calcolo del carico termico di progetto

prospetto 3 Parametri per il calcolo dei valori U'

Simbolo e unità di misura	Definizione del parametro	Riferimento alla norma (pr)EN corrispondente
R_{si} ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica superficiale interna	EN ISO 6946
R_{se} ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica superficiale esterna	EN ISO 6946
λ ($W/m \times K$)	Conducibilità termica (materiali omogenei): <ul style="list-style-type: none"> - determinazione dei valori dichiarati e di progetto (procedimento) - valori di progetto tabulati (valori cautelativi) - tipi di terreno - posizione e condizioni di umidità locali (in funzione del Paese) 	EN ISO 10456 EN 12524 EN ISO 13370 norme nazionali
R ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica di materiali (non) omogenei	EN ISO 6946
R_a ($m^2 \times K/W$)	Resistenza termica di strati d'aria o cavità: <ul style="list-style-type: none"> - strati d'aria non ventilati, leggermente ventilati e ben ventilati - in finestre accoppiate e doppie 	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1
U ($W/m^2 \times K$)	Trasmittanza termica: <ul style="list-style-type: none"> - metodo generale di calcolo - finestre, porte (valori calcolati e tabulati) - telai (metodo numerico) - vetrate 	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1 prEN ISO 10077-2 EN 673
Ψ ($W/m \times K$)	Trasmittanza termica lineare (ponti termici): <ul style="list-style-type: none"> - calcolo dettagliato (numerico - 3D) - calcolo dettagliato (2D) - calcolo semplificato 	EN ISO 10211-1 EN ISO 10211-2 EN ISO 14689
χ (W/K)	Trasmittanza termica puntiforme (ponti termici 3D)	EN ISO 10211-1

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

UNI EN ISO 10456

Material group or application	Density	Design thermal conductivity	Specific heat capacity	Water vapour resistance factor		
	ρ	λ	c_p	μ		
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	dry	wet	
Plastics, solid	Acrylic	1 050	0,20	1 500	10 000	10 000
	Polycarbonates	1 200	0,20	1 200	5 000	5 000
	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	2 200	0,25	1 000	10 000	10 000
	Polyvinylchloride (PVC)	1 390	0,17	900	50 000	50 000
	Polymethylmethacrylate (PMMA)	1 180	0,18	1 500	50 000	50 000
	Polysacetate	1 410	0,30	1 400	100 000	100 000
	Polyamide (nylon)	1 150	0,25	1 600	50 000	50 000
	Polyamide 6.6 with 25 % glass fibre	1 450	0,30	1 600	50 000	50 000
	Polyethylene/polythene, high density	980	0,50	1 800	100 000	100 000
	Polyethylene/polythene, low density	920	0,33	2 200	100 000	100 000
	Polystyrene	1 050	0,16	1 300	100 000	100 000
	Polypropylene	910	0,22	1 800	10 000	10 000
	Polypropylene with 25 % glass fibre	1 200	0,25	1 800	10 000	10 000
	Polyurethane (PU)	1 200	0,25	1 800	6 000	6 000
	Epoxy resin	1 200	0,20	1 400	10 000	10 000
	Phenolic resin	1 300	0,30	1 700	100 000	100 000
Polyester resin	1 400	0,19	1 200	10 000	10 000	

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

EN ISO 6946 - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo

5.1 Resistenza termica di strati omogenei

I valori termici di progetto possono essere espressi sia sotto forma di conduttività termica di progetto che di resistenza termica di progetto. Se è nota la conduttività termica, determinare la resistenza termica dello strato con la formula:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

dove:

d è lo spessore dello strato di materiale nel componente;

λ è la conduttività termica di progetto del materiale, calcolata in conformità alla ISO 10456 oppure ricavata da valori tabulati.

I produttori dei materiali, però, si scordano di citare (e di fornire i dati necessari) la norma 10456, che tratta dei valori di conduttività dichiarati λ (DI LABORATORIO) e dei valori di PROGETTO.

Analogamente al coefficiente "m" della 10351:1994, in essa vengono utilizzati coefficienti di correzione del valore dichiarato, in relazione alla temperatura e all'umidità di utilizzo e all'invecchiamento (quest'ultimo coefficiente di solito non si usa in quanto già inglobato nel valore dichiarato).

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Conducibilità dichiarata:

$$\lambda_{90,90} = \lambda_m + k s_\lambda = \text{conducibilità termica dichiarata (90\% frattile con livello di confidenza del 90\%)},$$

λ_m = conducibilità termica media dei valori misurati,

k = fattore funzionale del numero n di misurazioni disponibili,

s_λ = deviazione standard delle n misurazioni disponibili:

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Format / size / formato / méret	mm	2515 x 615
Dicke / thickness / spessore / vastagság	mm	80
Stück / pieces / pezzi / darab		5
Paket / package / pacco / csomag	m ²	7,50
Bestell-Nr.		0393680
XPS-EN13164		
T1-CS(10\Y)250-DS(TH)-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)100-WL(T)0,7-WD(V)3-MU10\Y-FT2		
$R_D = 2,30 \text{ m}^2\text{K/W}$	$\lambda_D = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	
Brandverhalten Klasse / fire class / classe del fuoco / Tűzállósági osztály = E		

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Norme per gli isolanti termici

UNI EN 13162	Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica
UNI EN 13163	Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica
UNI EN 13164	Prodotti di polistirene espanso estruso ottenuti in fabbrica
UNI EN 13165	Prodotti di poliuretano espanso rigido ottenuti in fabbrica
UNI EN 13166	Prodotti di resine fenoliche espanse ottenuti in fabbrica
UNI EN 13167	Prodotti di vetro cellulare ottenuti in fabbrica
UNI EN 13168	Prodotti di lana di legno ottenuti in fabbrica
UNI EN 13169	Prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica
UNI EN 13170	Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica
UNI EN 13171	Prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica
UNI EN 13172	Valutazione della conformità
UNI EN 14063-1	Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ – Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera
UNI EN 14316-1	Isolamento realizzato in situ con prodotti di perlite espansa- Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera
UNI EN 14317-1	Isolamento realizzato in situ con prodotti di vermiculite espansa – Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

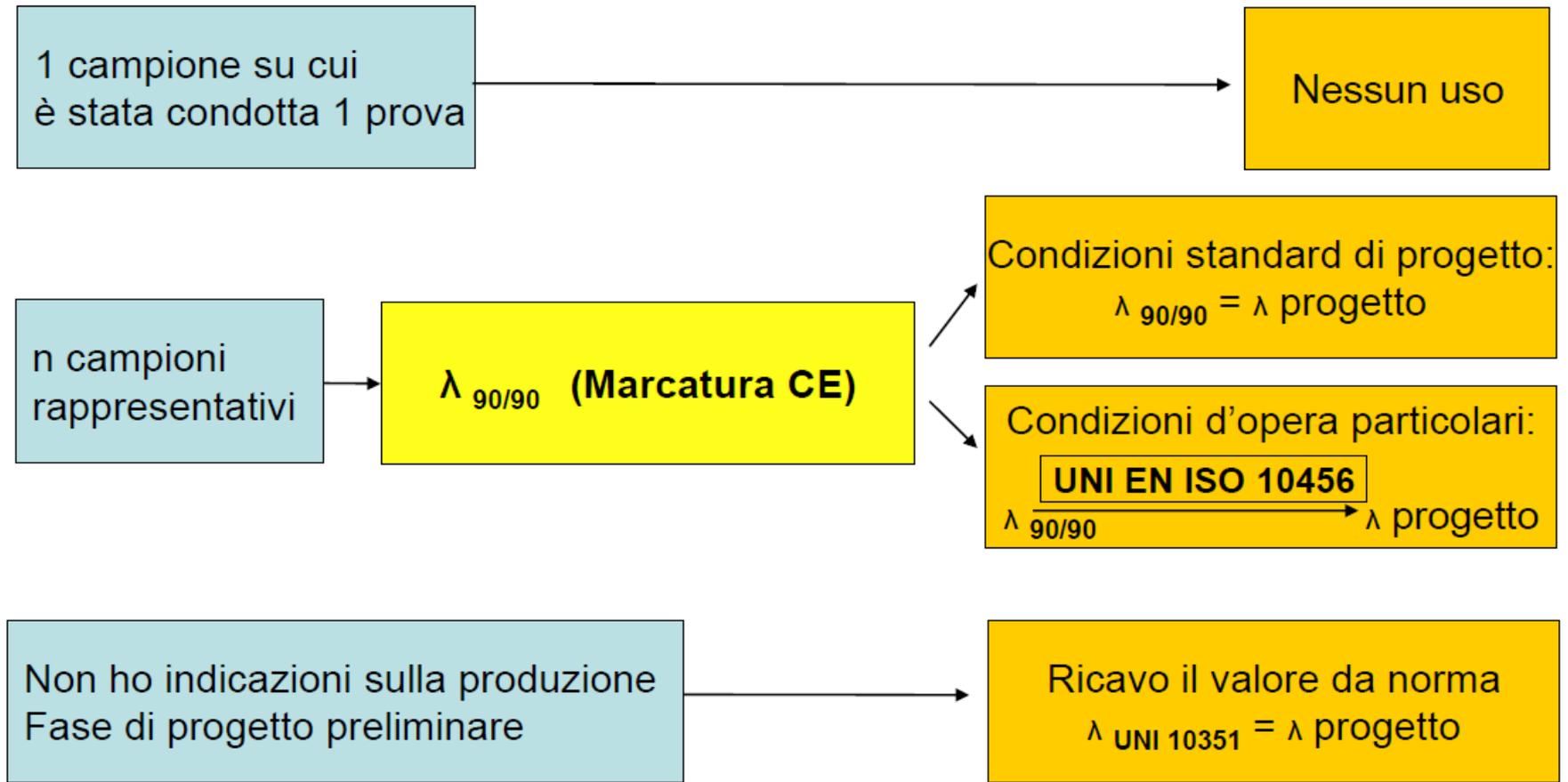
Riassumendo

La legge 10/91 fa riferimento alla UNI 10351 (richiamata anche nell'allegato B al D.M. 26.06.2009 – Linee guida Nazionali per la Certificazione Energetica): quindi devo utilizzare quella (all'art.1 dice che deve essere utilizzata quando non esistono norme specifiche per il materiale considerato ma è anche vero che alla nota dell'art.1 dice: una sola prova di laboratorio non fornisce al progettista informazioni circa i valori medi e circa la dispersione della produzione; inoltre all'art.4.6 parla chiaramente di conduttività apparente , o misurabile di laboratorio che non deve essere superato dal 90% della produzione, e coefficiente di maggiorazione che tiene conto delle effettive condizioni di esercizio, umidità, invecchiamento, manipolazione e installazione).

Utilizzare un valore certificato di laboratorio per fare calcoli di energia significa e pensare che le caratteristiche di quel materiale rimangano invariate nel tempo **NON ESISTE** (danno dovuto al trasporto, alla posa in opera, all'assorbimento dell'acqua alla radiazione del sole ecc.).

Utilizzare i certificati dei produttori può andare bene perchè sono prove di laboratorio secondo norma, **MA NON** può andare bene per i calcoli di **ENERGIA**.

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Esempio: pannello isolante per impianti radianti a pavimento con conducibilità termica dichiarata λ_D pari a 0,034 W/m·K (UNI EN 13163)

150 kPa (EN 826); reazione al fuoco: Euroclasse F (EN 13501-1) solo isolante: euroclasse E; rigidità dinamica apparente pari a $s'_t=112$ MN/m³ (UNI EN 29052-1), corrispondente a ca. 20 dB di riduzione del rumore da calpestio secondo UNI EN 12354-2 ($B^*=140$ Kg/m²) (NB! solo per lo spessore 27 mm);

spessore: 27 mm, resistenza termica dichiarata 0,80 m²K/W;

spessore: 44 mm, resistenza termica dichiarata 1,30 m²K/W;

spessore: 60 mm, resistenza termica dichiarata 1,75 m²K/W;

spessore: 74 mm, resistenza termica dichiarata 2,15 m²K/W;

	<p>10°C Temperatura sottostante garage aperto</p> <p>1,25 m²K/W Resistenza termica di progetto secondo UNI EN ISO 10456 (europlus-flex 44) alla conducibilità termica dichiarata λ_D del pannello è stato applicato il fattore correttivo $F_T=1,034$ (UNI EN ISO 10456)</p>
---	---

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Esempio: pannello o sandwich costituito da un componente isolante in schiuma poliuretanic, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con carta monobitumata, con conducibilità termica dichiarata λ_D pari a 0,024 W/m·K

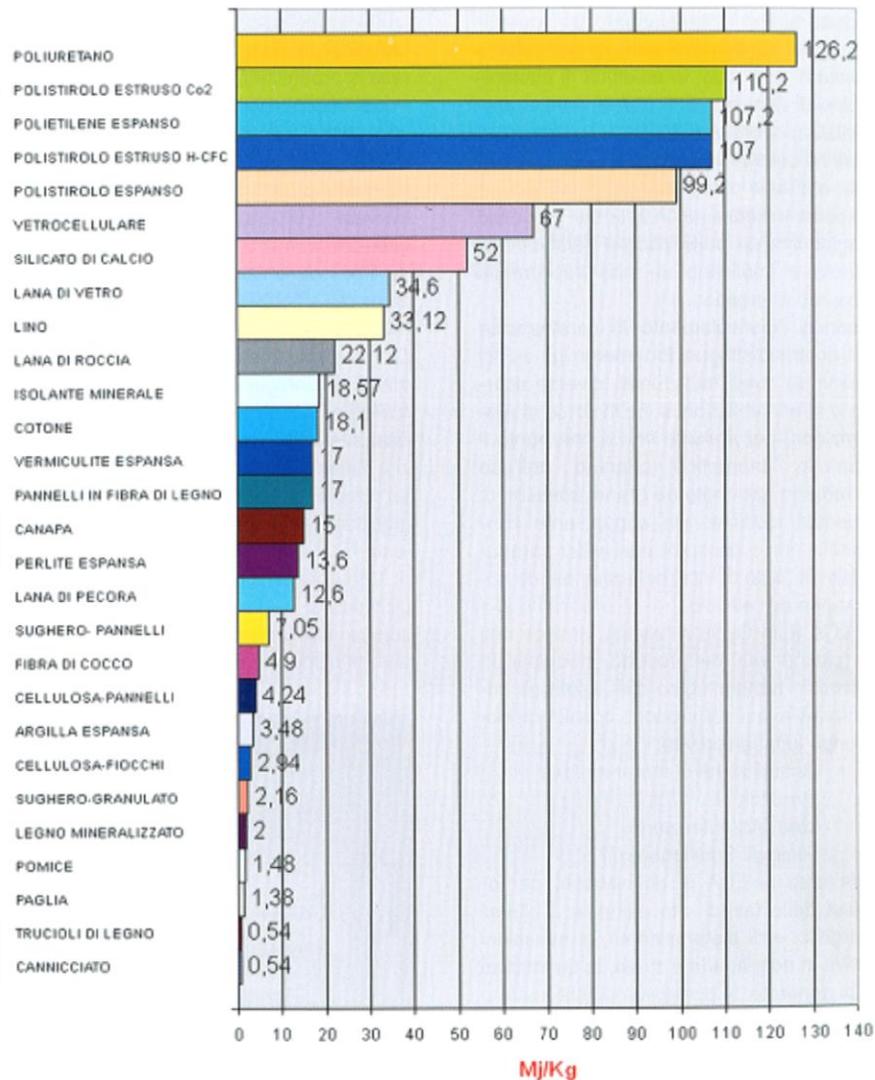
CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI

Isolamento Termico

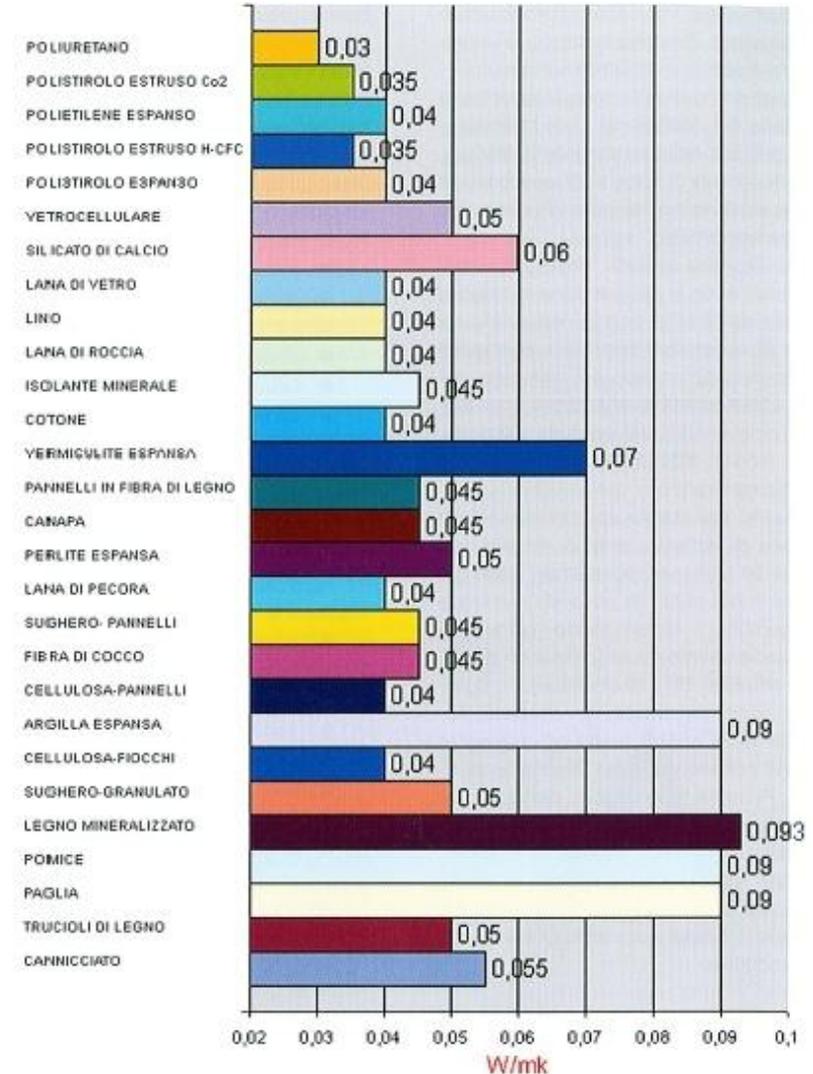
Caratteristica [Norma]	Descrizione	Simbolo [Unità di misura]	Valore										
			Per alcune caratteristiche varia in funzione dello spessore (mm)										
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	-	
Conducibilità Termica media iniziale [EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 10 °C	$\lambda_{90/90,1}$ [W/mK]	0,024										

Conducibilità Termica di Progetto [UNI EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 20 °C e umidità relativa 50 %	λ_U [W/mk]	0.026 spessore 80 - 120										
--	--	--------------------	--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Valutazione PEI (Dispendio Energia Primaria) tra materiali isolanti



Valori Conduttività Termica



Decreto Presidente della Repubblica 2.4.2009 n.59

Comma 18:

Per tutte le categorie di edifici, ..., ad eccezione, esclusivamente per le disposizioni di cui alla lettera b), delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, ..., **al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti**, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), numero 1), del decreto legislativo, questo ultimo limitatamente alle ristrutturazioni totali:

...

b) in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 :

1) relativamente a tutte le **pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est**, eseguire almeno una delle seguenti verifiche:

il valore della massa superficiale M_s , sia superiore a 230 kg/m^2 ;

il valore del modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a $0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

2) relativamente a tutte le **pareti opache orizzontali ed inclinate** che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a $0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

c) utilizzare al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica (VMC)....

Decreto Presidente della Repubblica 2.4.2009 n.59 - CONTENUTI

Mappa dei capoluoghi di provincia
con irradianza superiore a 290 W/m²



BENESSERE ESTIVO DEGLI EDIFICI NUOVI
E RISTRUTTURATI INTEGRALMENTE

- Efficacia sistemi schermanti
- Verifiche sulle strutture (escluse le categorie E5, E6, E7, E8):
Zone climatiche con irradianza maggiore di 290 W/m² (esclusa la zona F)
 - Pareti verticali (escluse quelle a N, N/O, N/E)
verifiche alternative:
 - 1) massa superficiale > 230 kg/m²
 - 2) trasmittanza termica periodica $Y_{IE} < 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Pareti opache orizzontali e inclinate:
trasmittanza termica periodica $Y_{IE} < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Efficacia ventilazione naturale o impiego di sistemi per la ventilazione meccanica
- Obbligo di sistemi schermanti esterni (escluse cat. E6, E8)

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 2 aprile 2009, n. 59
Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia

Art.2 – Definizioni

...

4. **Trasmittanza termica periodica YIE (W/m²K)**, è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti

...

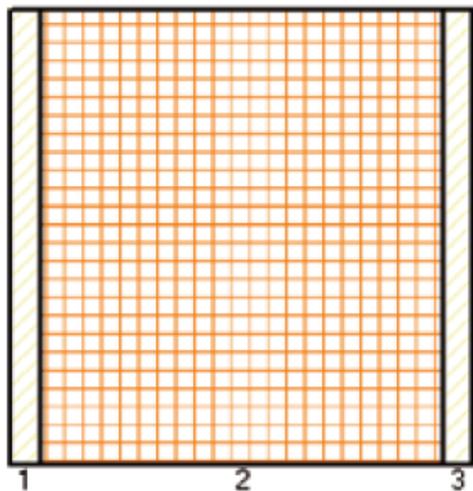
$$Y_{i,e} = f \times U_{\text{regime stazionario}}$$

f = fattore di attenuazione

Esistono [programmi](#) di calcolo semplici e gratuiti!

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Caratteristiche parete senza isolamento a cappotto



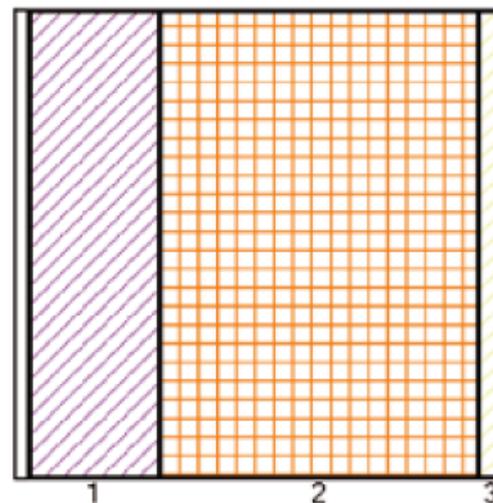
Dati generali

Spessore:	0,230 m
Massa superficiale:	198,00 kg/m ²
Resistenza:	0,8295 m ² K/W
Trasmittanza:	1,2055 W/m ² K

Parametri dinamici

Fattore di attenuazione:	0,4500
Sfasamento:	7h 0'

Caratteristiche parete con isolamento a cappotto



Dati generali

Spessore:	0,295 m
Massa superficiale:	178,20 kg/m ²
Resistenza:	2,9181 m ² K/W
Trasmittanza:	0,3427 W/m ² K

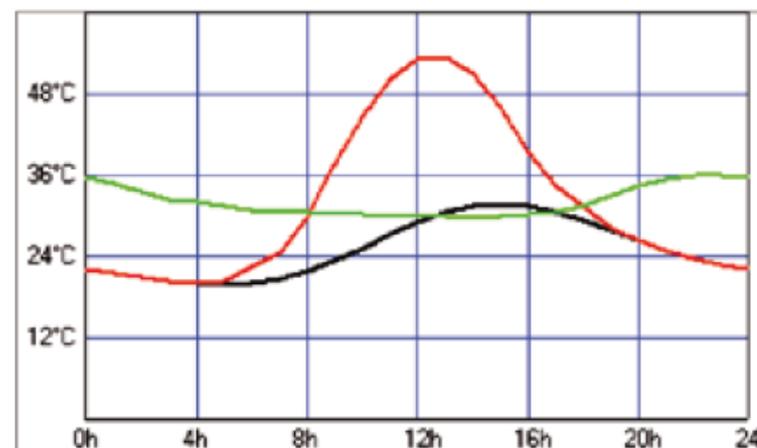
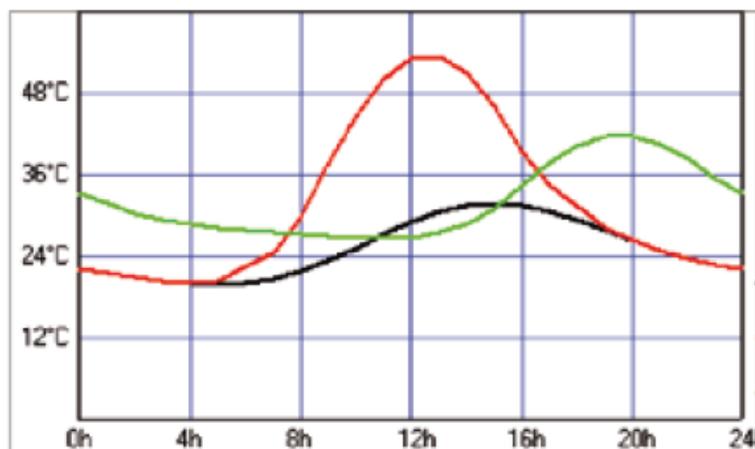
Parametri dinamici

Fattore di attenuazione:	0,1891
Sfasamento:	10h 18'

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Andamento delle temperature superficiali

— Temperatura aria esterna
 — Temperatura superficiale esterna
 — Temperatura superficiale interna



L'isolamento a cappotto determina un maggiore sfasamento temporale (10 h 18' rispetto alle 7 h) e un coefficiente di attenuazione dell'onda termica pari al 19% rispetto al 45% della parete non isolata.

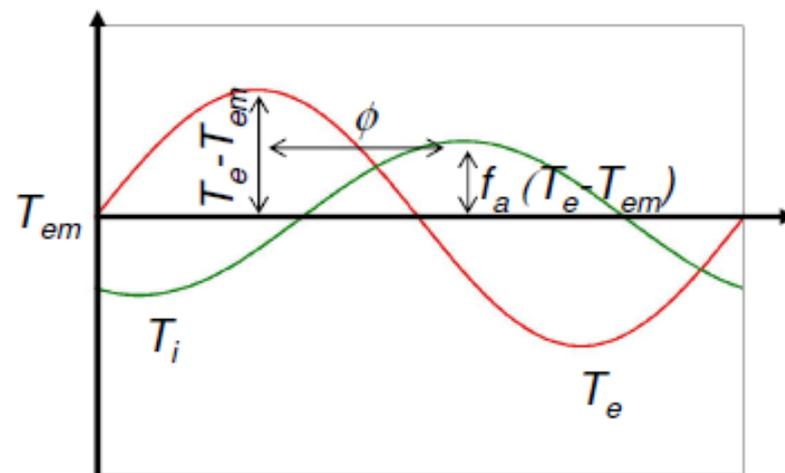
Calcolo di sfasamento e attenuazione dell'onda termica per componenti opachi (ing. Sergio Mammi – ANIT)

$$T_e(t) = T_{ae}(t) + \alpha I(t) / h_e$$

- $T_{ae}(t)$ temperatura dell'aria esterna all'ora t
 - $I(t)$ irradianza solare all'ora t
 - h_e coefficiente superficiale di scambio termico
 - α coefficiente di assorbimento
 - Sup. chiara: $\alpha = 0.3$
 - Sup. media: $\alpha = 0.6$
 - Sup. scura: $\alpha = 0.9$
- } UNI 10349

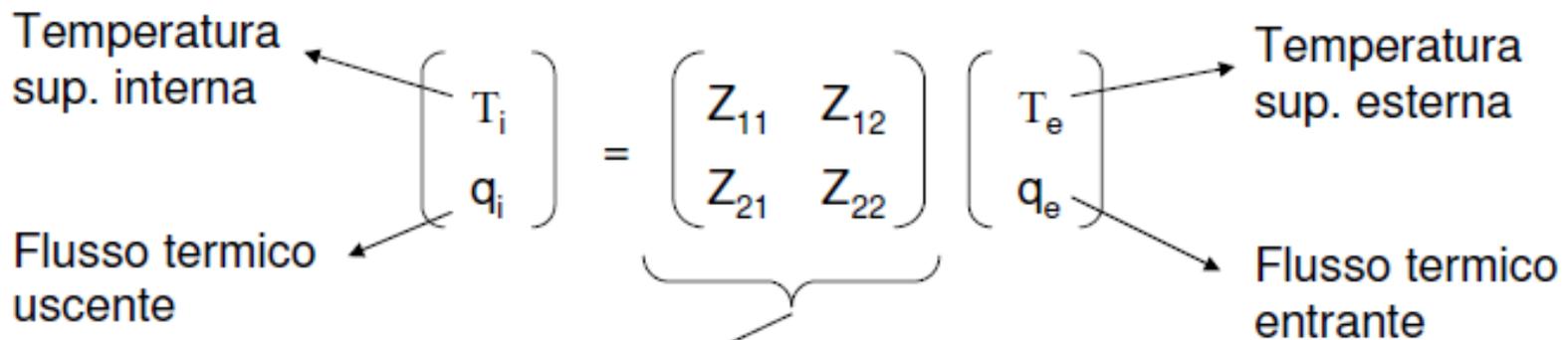
ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

$$T_i(t) = f_a (T_e(t-\phi) - T_{em}) + T_{em}$$



- $T_e(t-\phi)$ temperatura superficiale esterna all'ora $t-\phi$
- T_{em} temperatura superficiale esterna media giornaliera
- ϕ sfasamento dell'onda termica in ore
- f_a fattore di attenuazione del flusso termico

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici



Matrice di trasferimento

matrice a coefficienti complessi che dipende dalle caratteristiche del materiale

Caratteristiche termiche dei materiali componenti la struttura:

- ρ densità
- c calore specifico
- s spessore
- λ conduttività termica

$$\rho = \sqrt{\frac{\pi \cdot s^2 \cdot \rho \cdot c}{86400 \cdot \lambda}}$$



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}$$

Strato omogeneo

$$Z_{11} = Z_{22} = \cosh(p + i \cdot p)$$

$$Z_{12} = -\frac{s \cdot \sinh(p + i \cdot p)}{\lambda(p + i \cdot p)}$$

$$Z_{21} = -\frac{\lambda \cdot (p + i \cdot p) \sinh(p + i \cdot p)}{s}$$

Intercapedini d'aria e strati liminari

$$Z_{11} = Z_{22} = 1$$

$$Z_{12} = -R$$

$$Z_{21} = 0$$

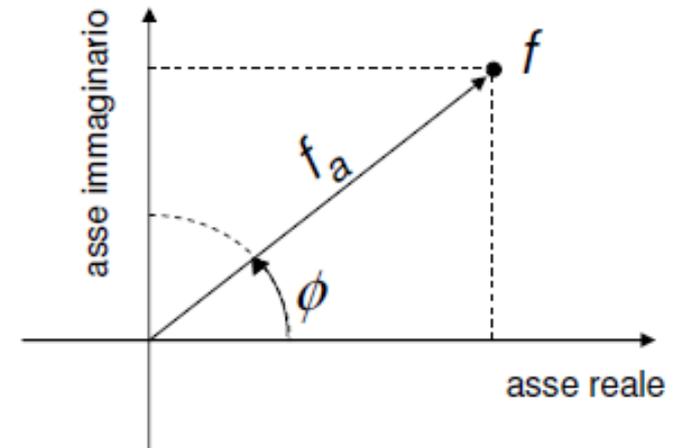
resistenza

Multistrato $Z = Z_1 \cdot Z_2 \cdot K \cdot Z_n$

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Coefficiente di attenuazione (complesso) $f = (U Z_{12})^{-1}$ Trasmittanza della parete

- Fattore di attenuazione $f_a = |f|$
- Sfasamento $\phi = \arg(f)$ (in ore)



Quartiere Vauban - Passivehaus

Consumo massimo: 15 kWh/m²a



Quartiere Vauban - Plusenergiehäuser

Producono più energia di quanta ne consumano



Quartiere Kronsberg - Hannover



- 140 ettari – 6.000 appartamenti per 15.000 abitanti
3.000 realizzati al 2000.
- Infrastrutture: 3 scuole, chiesa, centro commerciale, culturale,
medico, negozi, caffè, ristoranti, sale ritrovo.

Quartiere Kronsberg

Fabbisogno massimo ammesso = 55 kWh/m²a



Trasmittanza pareti esterne $\leq 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza finestre $\leq 1.1 - 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza coperture $\leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trasmittanza basamenti $\leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Misure ad alta efficienza

Isolamento ottimizzato di tutti i componenti dell'involucro $s = 14-28 \text{ cm}$

Materiali naturali ed ecocompatibili

Elettrodomestici a basso consumo energetico

Progettazione solare passiva – serre

Riciclaggio acque luride per usi domestici

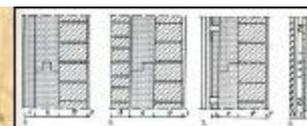
Recupero acqua piovana per irrigazione del verde

Regolazione meccanica dei ricambi d'aria con recupero di calore



Costo di costruzione
980 - 1240 €/m²

Niedrigenergiehaue



Quartiere Kronsberg

Fabbisogno massimo ammesso = 55 kWh/m²a



Trasmittanza pareti esterne j 0.20 W/m²K

Trasmittanza finestre j 1.2 W/m²K

Trasmittanza coperture j 0.20 W/m²K

Trasmittanza basamenti j 0.15 W/m²K

Misure ad alta efficienza

Isolamento ottimizzato di tutti i componenti $s = 25$ cm

Zona microclimatica interna per accumulare calore

Solai con sistema "Thermodeck"

Copertura a tre strati meccanici regolabili

Riciclaggio acque luride per usi domestici

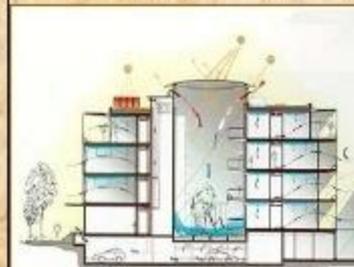
Recupero acqua piovana per irrigazione del verde

Regolazione dei ricambi d'aria con recupero di calore

Collettori solari che forniscono il 50% dell'acqua calda

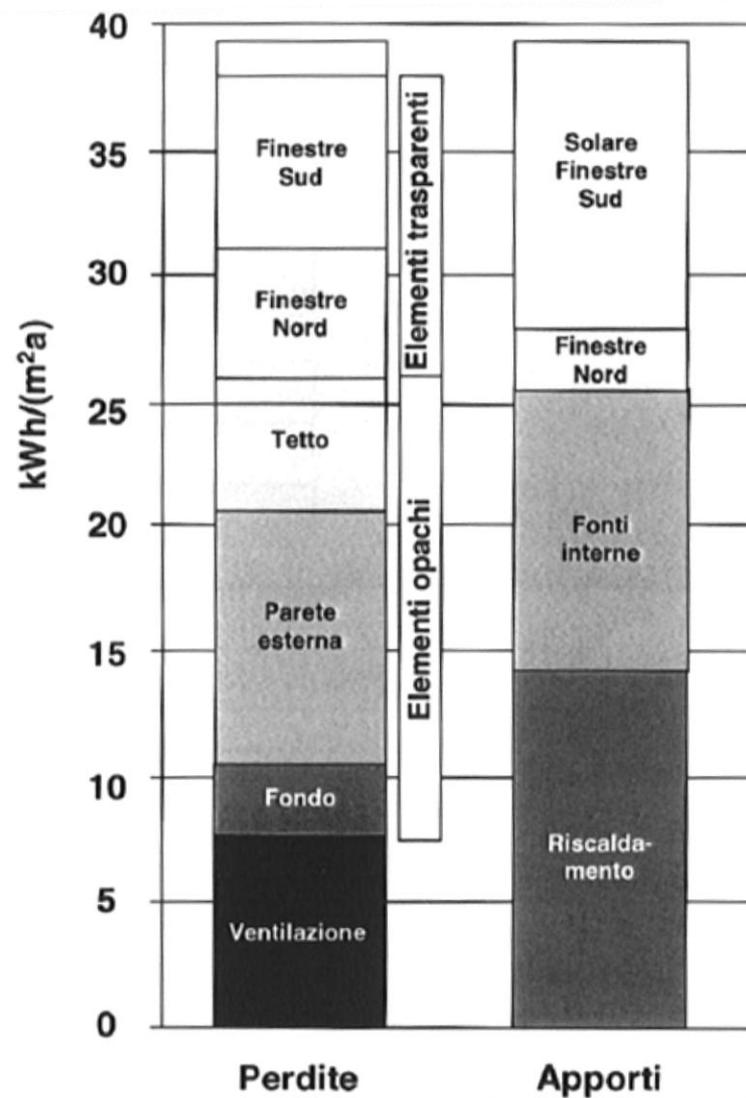
Costo di costruzione 1000 - 1280 €/m²

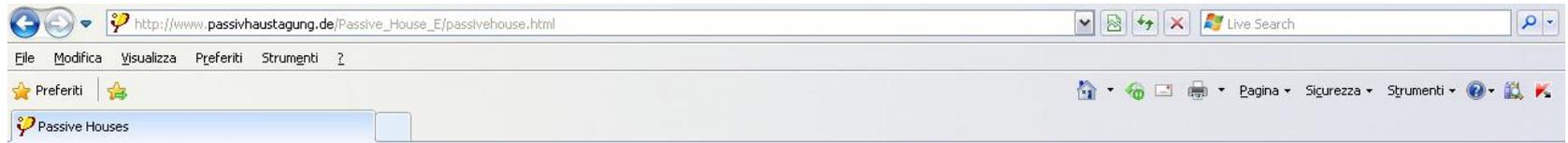
Microclima



Bilancio termico di un edificio passivo
(esempio per una casa a schiera di un
quartiere ad Hannover-Kronsberg)

da Uwe Wienke - L'edificio Passivo





Passive House Conference 2010 - get informed - early registration up to April 2nd
Architecture Award 2010 PASSIVE HOUSE

[deutsche Seiten](#)

[Link to the Conference on Passive Houses](#)

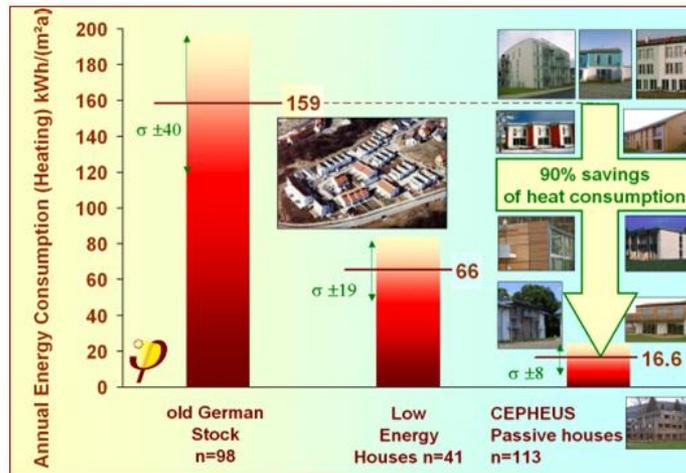
Information on Passive Houses

compiled by the **Passive House Institute**

[- in short -](#) [- Directory of Passive House pages -](#)

The Passive House Standard is *really energy efficient, cost effective, comfortable, affordable and sustainable.*

Have a look at some examples: [Passive Houses - examples](#). 17 years experience from the [very first Passive House](#).



Passive House: Comfort through Efficiency

The Passive House is the world's leading standard in energy efficient construction: Energy saved on heating is 80% compared to conventional standards of new buildings. The energy requirement for heating is lower than 10 to 20 kWh/(m²a) (depending on climate), adding up to a low cost of 10 to 25 € per month. Therefore high energy prices are no longer a threat to Passive House occupants.

Exceptionally efficient components and a state of the art ventilation system, achieve these huge savings without compromising comfort, but rather increasing it.

The Passive House concept is a comprehensive approach to cost-efficient, high quality, healthy and sustainable construction. The concept is easy to understand:

Passive Houses save energy - not only based on calculations, but also in real life. This figure shows energy consumptions measured in standard buildings, in comparison to low

American visitors: Want to convert to US-units? Find a convenient tool here: [The Passive House Sliding Converter!](#)



Browser window showing the website <http://www.cephus.de/eng/index.html>. The page title is "CEPHEUS - Passive Houses in Europe".

Cost Efficient Passive Houses as European Standards

Sprache/Language: 

[10th Conference on Passive Houses](#)



★THERMIE★

A project within the THERMIE Programme of the European Commission, Directorate-General Transport and Energy,
Project Number: BU/0127/97,
Duration: 1/98 to 12/01

Project content
Construction of ca. 250 housing units to Passive House standards in five European countries, with in-process scientific back-up and with evaluation of building operation through systematic measurement programmes.

EXPO2000 HANNOVER
Registriertes Projekt der Weltausstellung

The Hannover-Kronsberg subproject is a registered 'Decentralized EXPO 2000 Project'.
(*Cost-Efficient Climate-Neutral Passive Houses, Reg.Nr. NI 244*)

Prospekt-Design: anes und merkle darmstadt, +49 6151.7311.610 - Inhalte: Passivhaus Institut, mail@passiv.de - Alle Rechte vorbehalten.

Passive-On project

Home

Dettagli del Progetto

Documenti

Attuali Regole di Progettazione

Passive House Planning Package

Partner e sponsor

Link

Contatti

The Passive-On project has been promoted and coordinated by the **end-use Efficiency Research Group of Politecnico di Milano**

ERG
end-use Efficiency Research Group
Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia

Intelligent Energy Europe

:: Il Progetto Passive-On ::

Passive-On è un progetto di ricerca e diffusione patrocinato dal programma europeo SAVE Intelligent Energy. Il progetto mira alla promozione di case passive nei climi caldi.

Background

Negli ultimi dieci anni nel nord Europa, specialmente in Germania, è accresciuto l'interesse per gli standard di costruzione delle Case Passive. Le "Case Passive" sono edifici che assicurano condizioni di comfort al proprio interno durante il periodo invernale, senza la necessità di disporre di un sistema di riscaldamento convenzionale.

Per poter ottenere ciò, è necessario che il fabbisogno energetico per il riscaldamento non superi 15 kWh/m²a.

Le Case Passive pertanto richiedono all'incirca l'85% in meno di energia per il riscaldamento rispetto ad una casa standard costruita secondo i requisiti della Legge 10 in Italia. La domanda totale energetica di queste case, includendo gli apparati elettrici, si limita a 120 kWh/(m²a).

Obiettivi del Progetto Passive-On

Il Progetto Passive-On si propone di esaminare le modalità di estensione del progetto di costruzione di case passive in particolare nell'Europa del sud. In queste regioni il problema dell'utilizzo domestico di energia non consiste soltanto nel riscaldamento invernale, ma anche, e in alcuni casi in forma più importante, nel il raffreddamento estivo, riducendo al minimo la richiesta energetica.

- Per gli architetti ed i professionisti dell'edilizia (in particolare i piccoli studi) il progetto fornirà delle **Linee guida di progettazione** e un **Software di Disegno** per sviluppare Case Passive che siano vantaggiose economicamente in tutte le stagioni sia nei climi dominati da carico estivo ed in quelli dominati da carico invernale.

- Per i responsabili politici il progetto fornirà una **Relazione di opportunità e strategie**, esaminando gli ostacoli e le soluzioni per i governi europei nazionali e locali che possono portare su una più ampia scala lo sviluppo di Case Passive.

:: NEWS ::

The contents of the Passive-On CD are now on line !

The full contents of the CD Passive-On developed within the context of the Passive-On project, are now available for download.

The CD contains important aids for the development of low energy homes in warm climate including:

- 1.The Passivhaus Standard in European Warm Climates - Design Guidelines for comfortable low energy homes
- 2.Towards passive homes - Mechanisms to support the development of the passive house market
- 3.Passive House Planning Package 2007 - Demo Version

Click here for more information and to download the contents.

Convegno "Passive-On: Verso le case a zero emissioni"
26 settembre 2007

Come arrivare alle case a zero emissioni entro il 2015 - Le politiche da attuare

http://www.passive-on.org/it/planning_package.php

File Modifica Visualizza Preferiti Strumenti ?

Passive-On :: Italiano :: Passive House Planning Pack...

Passive-On project

- Home
- Dettagli del Progetto
- Documenti
- Attuali Regole di Progettazione
- Passive House Planning Package
- Partner e sponsor
- Link
- Contatti

The Passive-On project has been promoted and coordinated by the **end-use Efficiency Research Group of Politecnico di Milano**

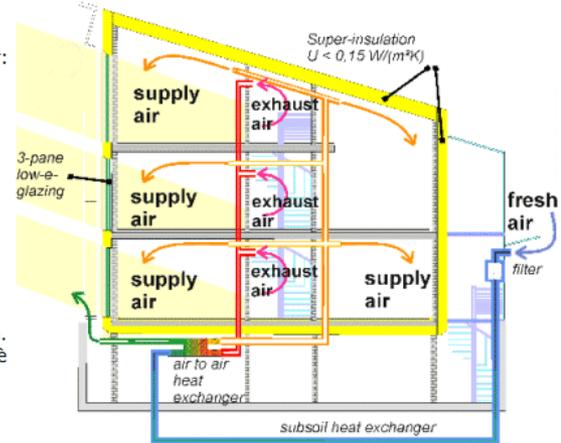



::: Passive House Planning Package :::

Il Passive House Planning Package (PHPP) è uno strumento di disegno basato su foglio di calcolo destinato ad architetti e designers per assisterli nella progettazione di Case Passive. Attualmente il foglio di calcolo viene utilizzato per:

- calcolare i valori U dei componenti ad alto isolamento termico;
- calcolare il bilancio di energia;
- determinare il tasso di ventilazione per ottenere comfort;
- calcolare il carico di calore (non vi sono ancora dati climatici per il calcolo di carichi di calore per località diverse dalla Germania).

Il modulo del bilancio di energia del PHPP ha dimostrato di essere in grado di descrivere termicamente le case passive in maniera sorprendentemente accurata. Ciò si applica in particolare alle nuove tecniche di calcolo del carico di calore, che è stato specificatamente sviluppato per le Case Passive. Dal momento che si basa su foglio di calcolo, i designer possono utilizzare PHPP per valutare immediatamente soluzioni di progettazione, senza il bisogno di attendere l'esecuzione di simulazioni dinamiche.



Il software PHPP sarà **migliorato** nel contesto del progetto **Passive-On** per calcolare i carichi di raffreddamento estivo e permettere la valutazione di soluzioni di raffreddamento estivo.

L'attuale versione di PHPP è disponibile a presso il **Passivhaus Institut** ad un basso prezzo.

Sono anche disponibili una traduzione in fiammingo ed una in italiano presso le seguenti associazioni:



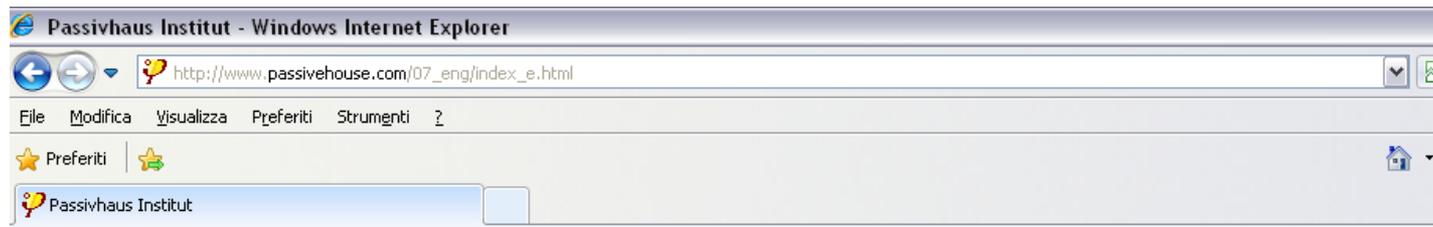
PEP

Promotion of European Passive Houses
www.europeanpassivehouses.org

Passive House Solutions

The PEP Consortium consists of the following beneficiaries:

Energy research Center of the Netherlands	ECN		The Netherlands	Coordinator
Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE Institute for Sustainable Technologies	AEE INTEC		Austria	Associated beneficiary
Building Research Establishment	BRE		United Kingdom	Associated beneficiary
DHV Building and Industry	DHV		The Netherlands	Associated beneficiary
Ellehaug & Kildemoes	EK		Denmark	Associated beneficiary
National University of Ireland	NUID		Ireland	Associated beneficiary
Passiefhuis-Platform	PHP		Belgium	Associated beneficiary
proKlima	ProKlima		Germany	Participant
Passivhaus Institut	PHI		Germany	Subcontractor of proKlima
Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges Tekniske Hogskole	SINTEF		Norway	Associated beneficiary
Technical research Centre of Finland	VTT		Finland	Associated beneficiary



Welcome to the **Passive House Institute**

 German
 English

Research and development of high-efficiency energy systems.

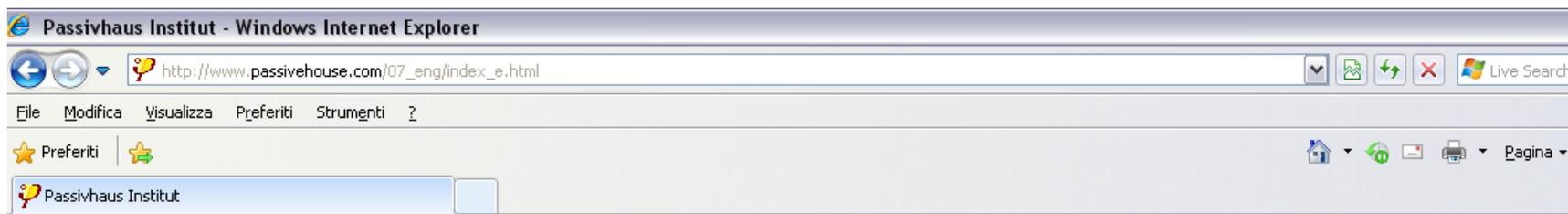
news: [15th World Congress on Passive Houses **ATTENTION!** Early booking until April 1st.](#)
[Passive House: learn the basic knowledge](#)



[PHPP 2007 Passive House Planning Package](#)
[PHPP in other languages](#)
[What can be a Passive House in your region?](#)
[CEPHEUS](#)
[CEPHEUS - Measurement results](#)
[Passive House Checklist](#)
[Passive House in Darmstadt](#)
[What is a Passive House?](#)
[Software & Download \(german site\)](#)
[Passive House Institute](#)
[Answers to frequently asked questions](#)
[Recommendation for Inside Air Humidity in Winter, in Homes with Ventilation Systems, Particularly Passive Homes](#)

Please note that the translation is still in progress.

Thanks to Kent Lion and Tomas O'Leary for their help translating these pages.



PHPP 2007it

Calcolo per gli edifici passivi per il clima italiano (in lingua italiana)

Calcolo per gli edifici passivi per il clima italiano (in lingua italiana)
Passivhaus Projektierungs Paket 2007it in italienischer Sprache für das italienische Klima

Costo nominale di 150,- Euro + IVA + spese di spedizione, costo dell'update per utenti registrati 80,- Euro + IVA + spese di spedizione.

scarica il modulo per l'ordine del PHPP 2007it
Bestellformular für das PHPP 2007it

scarica il modulo per la registrazione del PHPP 2007it (PHI)
download des Registrierformulars für das PHPP 2007it (PHI)

scarica il modulo per la registrazione del PHPP 2007it (TBZ)
download des Registrierformulars für das PHPP 2007it (TBZ)

Indice del manuale PHPP 2007it
Inhaltsverzeichnis aus dem Handbuch für das PHPP 2007it



TBZSoftware

SOFTWARE

25.3.2011

PHPP | Flixo | Meteornorm | WaVE | WUFI | Shop | Downloads | NEWS

Calcolo energetico dettagliato

REPORT - 01 PHPP [134 KB]

TBZ vers. 27.08.2010
Autore: Günther Gantioler
Email: guenther.gantioler@tbz.bz

PHPP – Pacchetto per la progettazione di case passive (Passive House Project Package)

PHPP è un programma sulla base di MS Excel® (foglio di calcolo) col quale vengono calcolati e certificati edifici passivi secondo lo standard del PHI Passive House Institut di Darmstadt (Dr. Wolfgang Feist). Il responsabile dello sviluppo di PHPP è Jürgen Schnieders che ne implementa nuove funzioni di continuo. La versione attuale (2010) è la 2007 dalla quale deriva l'attuale versione 2007it-PatchRevision 2010.2. PHPP è stato tradotto nelle più importanti lingue mondiali: originale in tedesco, inglese (unità SI e americane), francese, spagnolo, italiano, spagnolo, ungherese, ceco/slovaco, albanese, polacco, ...

Le origini e basi di PHPP sono:

- simulazione dinamica tramite Dynbil;
- i progetti europei CEPHEUS (controllo tra calcolo e realtà; validazione in campo reale) e Passiv-ON (adattamento del concetto passivo per zone calde mediterranee);
- le norme europee sul calcolo del fabbisogno energetico di edifici (EPBD);
- documentazioni di edifici costruiti, monitoraggi scientifici e analisi di confronto.

Incontri TBZsoftware

- **Corsi PHPP:** 15.10.2010
- **Corsi Flixo ponti termici:** 26.11.2010
- **WORKSHOP(2):** Software WaVE, SpE, TBZ-Tools
- ...

sezione TBZ-SHOP

qui potete acquistare tutti i programmi da noi in vendita: [listino prezzi TBZ](#)



PHI - Centro di Ricercaabile
Via Massi della Passiv Haus
3-29100 Bolzano (BZ)
www.phz.it

Autorizzato dal
Passivhaus Institut
Dr. Wolfgang Feist
Rheinstr. 41-46
D-64283 Darmstadt



Certificato

Il Passivhaus Institut concede al edificio
Sede Legipochi/Innova
Industrieviertel, Untertackern 53, 5-20643 Stettin, Svezia

Comitente: Legipochi GmbH
Incastrazione, Ursandam 93, 1-28949 Starnitz (BZ)
Progettista: Geom. Herbert Seiber
Geodolomense 5, 1-29-42 Starnitz (BZ)
Energy: Maria Legierich, ISE
Manager: Via Massi della Passiv Haus 3-29100 Bolzano (BZ)

Il certificato

Edificio passivo CERTIFICATO

La progettazione dell'edificio rientra nei parametri richiesti dal Passivhaus Institut per case passive. Con una eccezionale spaziosità corrisponde ai seguenti criteri:

- L'edificio ha un involucro coibentato in modo ottimale e dotato di alta qualità. Il riscaldamento esterno è stato controllato. Il fabbisogno energetico è il seguente:
Riscaldamento: 12,1 kWh per m² di superficie utile calpestabile e anno;
Raffrescamento: 0,0 kWh per m² di superficie utile calpestabile e anno;
- La tenuta all'aria dell'involucro somata calcolata secondo le norme UNI EN 13253 è di altissima qualità e garantisce l'assenza di irraggiamento e un consumo basso di energia. Il ricambio d'aria naturale dell'involucro con una efficienza di 50 Para l'edificio:
0,6 all'ora, in riferimento al volume d'aria netto dell'edificio;
- Nell'edificio è installato un sistema di ventilazione forzata con filtri d'alta qualità, recupero di calore ad alta efficienza e consumo basso di energia elettrica. Con vengono garantiti un clima e un comfort indoor combinati a un basso consumo di energia.
- Il sistema totale della climatizzazione per riscaldamento, raffrescamento, deumidificazione, produzione acqua calda sanitaria, ventilazione e controllo qualità dell'aria (controlli) sono stati verificati con una spaziosità di non più di:
50T kWh per m² di superficie utile calpestabile e anno.

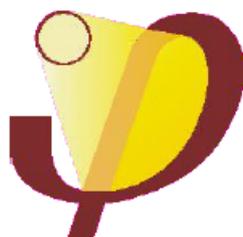
Il certificato è da considerarsi valido con il sistema di certificazione, dove sono riportati tutti i dettagli dell'edificio. Ciascun passivo garantisce un alto comfort climatico come d'inverno. Possono essere riscaldati con potenza minima, per esempio riscaldando l'aria di mandata del sistema di ventilazione. Le superfici interne nell'involucro termico sono uniformemente calde; la temperatura superficiale è quasi uguale all'aria interna. Per l'alta tenuta all'aria con un alto standard sono da escludere finestre di legno. L'isolamento di ventilazione forzato garantisce il clima di tutto dell'aria. I costi per riscaldamento e raffrescamento sono molto bassi. Per il loro basso consumo energetico offrono molta sicurezza contro aumenti di costo dei combustibili e contro la loro mancanza sul mercato. Inoltre l'ambiente viene tutelato in modo ottimale perché vengono consumate poche risorse energetiche e vengono prodotti emissioni sociali a poco per niente CO₂.

Info: 380718233
Info certificazione: ISE Srl
Passivhaus.it/PHZ/PHZ



La certificazione di case passive può essere richiesta al Passivhaus Institut, alla Passivhaus Dienstleistung GmbH o a un altro ente approvato dal Passivhaus Institut.

Internazionale	Italia
 <p>Passivhaus Dienstleistung GmbH</p> <p>Rheinstrasse 44/46 64283 Darmstadt</p> <p>Tel: +49 6151 399499 0 Fax: +49 6151 399499 11</p> <p>post@passivhaus-info.de www.passivhaus-info.de</p>	 <p>TBZ Srl Centro di Fisica Edile</p> <p>Via Maso della Pieve 60a 39100 Bolzano (BZ)</p> <p>Tel: +39 0471 251701 Fax: +39 0471 252621</p> <p>info@tbz.bz www.tbz.bz www.casepassive.it</p>



***Edificio passivo
CERTIFICATO***

In Friuli è stata inaugurata il 7 maggio 2010 a Tricesimo la Casa Zero Energy, un progetto di ricerca realizzato dal Gruppo Polo-Le Ville Plus, insieme al Dipartimento di Ingegneria Ambientale e del Legno dell'Università di Trento e con il supporto della Regione Friuli Venezia Giulia.

Il nome deriva dal fatto che la casa non utilizza alcuna energia proveniente da fonti non rinnovabili di origine fossile, non è allacciata alla rete metano ed è un edificio autonomo, in grado cioè di auto-produrre da fonti alternative e non inquinanti (pannelli solari, fotovoltaici, pompa di calore, sistemi minieolici, ecc.) l'energia necessaria e di cedere alla rete quella in eccesso.

Inoltre sfrutta sistemi solari passivi quali:

la Serra solare;

il Muro di Trombe;

serramenti altamente isolanti ed efficienti;

studio della ventilazione naturale in base all'analisi bioclimatica locale;

sistema di schermatura.

Casa Zero Energy è costruita con materiali rinnovabili ed utilizza il legno per le strutture portanti antisismiche (travi e pilastri in legno lamellare di grossa sezione); parte della copertura è realizzata con tetto verde.



Esempio italiano: <http://www.passive-on.org/it/downloads/CasePassive-Novo.pdf>



CERTIFICAZIONE ENERGETICA



Dopo che la IV Commissione consiliare regionale in data 10.09.2009 ha espresso parere favorevole unanime alla delibera che ha per contenuto il protocollo regionale VEA per la valutazione della qualità energetica e ambientale degli edifici, in data 24.09.2009 la Giunta regionale del Friuli Venezia Giulia, su proposta dell'assessore regionale all'Ambiente ed ai Lavori pubblici, ha approvato il regolamento che disciplina la procedura di emissione della certificazione VEA.

Il VEA è un sistema di certificazione degli aspetti ambientali ed energetici basato su tre presupposti: certezza scientifica, interesse pubblico e semplicità di applicazione, anche nelle diverse e mutevoli realtà territoriali che connotano il costruire in regione. La valutazione avviene mediante la compilazione di 22 schede tecniche, suddivise per 5 aree: valutazione energetica, impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, materiali da costruzione, risparmio idrico e permeabilità dei suoli, qualità interna e esterna. La valutazione può avvenire in 2 fasi: sul progetto o a opera conclusa.

Il sistema doveva entrare in vigore il 01.01.2010 per gli edifici pubblici e il 01.06.2010 per gli edifici privati, poi la Delibera della Giunta Regionale n.1037 del 28.05.2010 ha rinviato tutto al 01.01.2011, e la **L.R. di manutenzione 2010 ha ancora rinviato al 31.10.2011**).

CERTIFICAZIONE ENERGETICA



Protocollo regionale VEA
per la Valutazione della qualità Energetica e Ambientale
dell'edificio

Per gli interventi soggetti alle disposizioni del decreto legislativo 192/2005 la certificazione energetica è sostituita dalla certificazione di valutazione energetica e ambientale (la VEA ha validità di 10 anni) ... le cui procedure di rilascio e il sistema di accreditamento dei soggetti abilitati all'emissione della certificazione medesima sono stabiliti con regolamento (art.1 bis L.R. n.23/2005).

Il Protocollo VEA è strutturato in schede tecniche di valutazione che consentono di attribuire ad ogni edificio analizzato un valore alfanumerico in relazione al suo livello di sostenibilità energetico ambientale, in linea con quanto previsto dal decreto legislativo n.192/2005.

I dati della certificazione VEA verranno inseriti nel catasto energetico-ambientale, consultabile sul sito web della Regione.

CERTIFICAZIONE ENERGETICA



La valutazione energetica e ambientale avviene mediante la compilazione di **22 schede** di valutazione tematiche, suddivise nelle seguenti 6 aree di valutazione:

1. Valutazione energetica;
2. Impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili;
3. Materiali da costruzione
4. Risparmio idrico e permeabilità dei suoli;
5. Qualità esterna ed interna;
6. Qualità esterna ed interna (altre considerazioni).

Il sistema prevede una classificazione derivante dall'attribuzione di lettere e di numeri. Le lettere, dalla A+ (la migliore) alla G, rappresentano la classe energetica dell'edificio che viene desunta dalla compilazione della scheda relativa all'area di valutazione 1, indicativa del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento dell'edificio.

I numeri da [-1] a [+3] esprimono il punteggio dell'edificio che viene desunto dalla compilazione delle schede relative alle aree di valutazione 2, 3, 4, 5 e 6.

CERTIFICAZIONE ENERGETICA



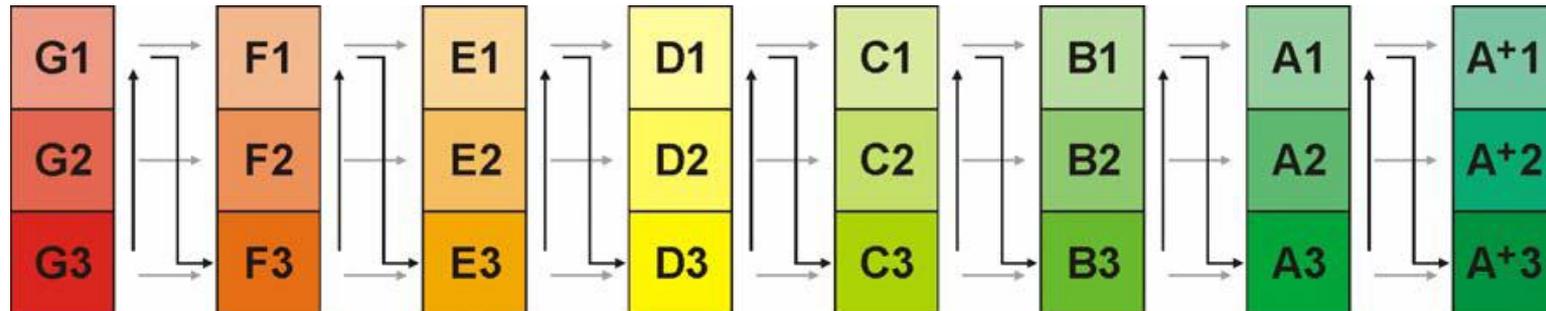
- [-1] requisito inferiore allo standard o sotto i limiti di legge;**
- [0] requisito minimo accettabile di legge e/o che rappresenta la pratica comune utilizzata nel territorio;**
- [+1] prestazione moderatamente migliore rispetto al livello [0];**
- [+2] prestazione significativamente migliore rispetto al livello [0] e/o che rappresenta la pratica migliore utilizzata nel territorio;**
- [+3] prestazione notevolmente migliore e/o all'avanguardia.**

L'elaborazione ponderata dei punteggi delle schede porta alla definizione della classe ambientale dell'edificio, valore rappresentato da un numero da 1 a 3.

La classe 3 è indice di un impegno in materia di edilizia sostenibile basso o assente. La classe 2 è indice di un impegno in materia di edilizia sostenibile medio, relativamente alla presenza di impianti alimentati da energia rinnovabile o di altri fattori ambientali.

La classe 1 è indice di un alto impegno in materia di edilizia sostenibile, sicuramente comprensivo di impianti alimentati da energia rinnovabile.

CERTIFICAZIONE ENERGETICA



Unendo la classe energetica con quella ambientale, si avranno certificazioni comprese in una scala di valori che si sviluppa dalla classe A+1 alla classe G3.

Ciascuna classe definisce i seguenti aspetti dell'edificio: la qualità energetica (indicata dalla lettera) e la qualità ambientale (indicata dal numero).

Per la compilazione e il calcolo delle schede di valutazione è stato predisposto un foglio elettronico con il programma Microsoft Excel® comprensivo anche della scheda tecnica descrittiva dell'edificio (attualmente vers. 4.0).



ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE DI SOSTENIBILITA' ENERGETICO-AMBIENTALE

Data di emissione:		REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA	Numero di protocollo pratica: AA - A.1 - 00000000 - 10
--------------------	--	---	---

EDIFICIO			
Comune/Provincia		Indirizzo	
Riferimenti catastali		Proprietario	
Tipologia edilizia		Tipologia costruttiva	
Anno di costruzione		Numero di appartamenti	
Superficie utile (mq)		Volume lordo riscaldato V (mc)	
Superficie disperdente S (mq)		Rapporto S/V	
Zona climatica		Destinazione d'uso	

IMPIANTI			
Riscaldamento			
Tipologia		Combustibile	
Acqua calda sanitaria			
Tipologia		Combustibile	
Raffrescamento			
Tipologia		Combustibile	
Fonti rinnovabili			
Tipologia			

CLASSIFICAZIONE VEA	
<p> A+ ← Fabbisogno di energia primaria A ← Limite di legge B C D E F G </p>	

Area 1 Valutazione energetica		Area 2 Impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili	
Area 3 Materiali da costruzione		Area 4 Risparmio idrico e permeabilità dei suoli	
Area 5 Qualità esterna e interna		Area 6 Qualità esterna e interna (altre considerazioni)	

DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI (kWh/mq o kWh/mc)			
Indice energia primaria (EP)		Indice energia primaria limite di legge	
Indice involucro riscaldamento (EP _h , m ²)		Indice involucro raffrescamento (EP _c , m ²)	
Rendimento medio stagionale Imp.		Indice energia primaria (EP _{acc})	
Contributo fonti rinnovabili ric.		Contributo fonti rinnovabili acc.	



POSSIBILI INTERVENTI MIGLIORATIVI		
	Prestazione energetica raggiungibile	Classe VEA raggiungibile
Interventi sull'involucro		
Interventi sugli impianti		
Energie rinnovabili		
Altri interventi		

CARATTERISTICHE SIGNIFICATIVE EDIFICIO

SOGGETTO CERTIFICATORE	
Nome Cognome /denominazione	
Numero di accreditamento	
Indirizzo	
Città/Provincia	
Telefono	
E-mail	
Titolo	
Ordine/Collegio di appartenenza	
Dichiarazione di indipendenza	Al sensi degli artt. 359 e 461 del C.P. dichiaro l'assenza di conflitto di interessi, tra l'altro espressa attraverso il non coinvolgimento diretto o indiretto nel processo di progettazione, costruzione, esercizio e amministrazione dell'edificio e degli impianti ad esso asserviti o con i produttori di materiali e dei componenti in esso incorporati, nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente.
Sopraluoghi in cantiere effettuati	
Metodo di calcolo utilizzato	
Software utilizzato	

Timbro e firma certificatore _____





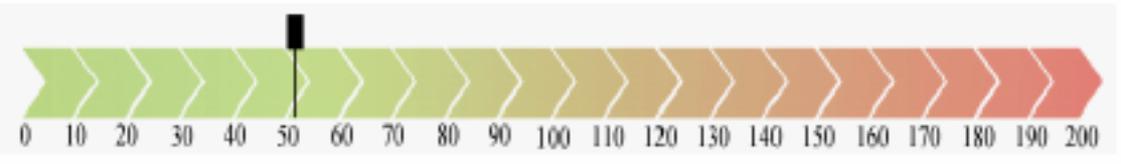
REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

Certificato numero:
AA - A.1. - 00000000 - 10

CERTIFICAZIONE DI SOSTENIBILITA' ENERGETICO - AMBIENTALE



EMISSIONI DI GAS EFFETTO SERRA (energia primaria invernale)



CO_{2eq}
.....Kg/mq



Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento superiore al 250% del limite di legge ($E_{Pi} > 2,50 E_{Pi_{lim}}$)	G
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento compresa tra il 175% e il 250% del limite di legge ($1,75 E_{Pi_{lim}} < E_{Pi} \leq 2,50 E_{Pi_{lim}}$)	F
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento compresa tra il 125% e il 175% del limite di legge ($1,25 E_{Pi_{lim}} < E_{Pi} \leq 1,75 E_{Pi_{lim}}$)	E
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento compresa tra il limite di legge e il 125% dello stesso ($1,00 E_{Pi_{lim}} < E_{Pi} \leq 1,25 E_{Pi_{lim}}$)	D
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento compresa tra il limite di legge e il 75% dello stesso ($0,75 E_{Pi_{lim}} < E_{Pi} \leq 1,00 E_{Pi_{lim}}$)	C
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento compresa tra il 50% e il 75% del limite di legge ($0,50 E_{Pi_{lim}} < E_{Pi} \leq 0,75 E_{Pi_{lim}}$)	B
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento compresa tra il 25% e il 50% del limite di legge ($0,25 E_{Pi_{lim}} < E_{Pi} \leq 0,50 E_{Pi_{lim}}$)	A
Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento inferiore o uguale al 25% del limite di legge ($E_{Pi} \leq 0,25 E_{Pi_{lim}}$)	A+

Produzione di acqua calda sanitaria con alimentazione da sistemi elettrici	-1
Assenza di sistemi per la produzione di energia termica per l'acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili.	0
Presenza di sistemi per la produzione di energia termica per l'acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili che soddisfano meno del 50% del fabbisogno	1
Presenza di sistemi per la produzione di energia termica per l'acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili che soddisfano il 50% o più del 50% del fabbisogno	2
Presenza di sistemi per la produzione di energia termica per l'acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili che soddisfano il 75% o più del 75% del fabbisogno	3

Assenza di sistemi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili	0
Presenza di sistemi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili che soddisfano fino al 25% del fabbisogno	1
Presenza di sistemi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili che soddisfano il 25% o più del 25% del fabbisogno	2
Presenza di sistemi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili che soddisfano il 50% o più del 50% del fabbisogno	3

Impianto di riscaldamento a carbone, gasolio, metano	-1
Impianto di riscaldamento a metano con caldaia a condensazione o impianto di teleriscaldamento a combustibili fossili	0
Presenza di sistemi per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili che soddisfano meno del 35% del fabbisogno	1
Presenza di sistemi per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili che soddisfano il 35% o più del 35% del fabbisogno	2
Presenza di sistemi per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili che soddisfano il 70% o più del 70% del fabbisogno	3

Sfasamento fino a 6 ore ($f_a > 0,60$)	-1
Sfasamento fino a 8 ore ($0,40 < f_a \leq 0,60$)	0
Sfasamento fino a 10 ore ($0,30 < f_a \leq 0,40$)	1
Sfasamento fino a 12 ore ($0,15 < f_a \leq 0,30$)	2
Sfasamento di 12 ore e oltre ($f_a \leq 0,15$)	3

Mancanza di certificazione dei pacchetti di materiali e/o della verifica progettuale del punto di condensa	-1
Verifica progettuale e formazione di condensa nei limiti di legge con utilizzo di barriera al vapore	0
Verifica progettuale e formazione di condensa nei limiti di legge con utilizzo di freno al vapore	1
Verifica progettuale e formazione di condensa nei limiti di legge senza utilizzo di barriera o freno al vapore	2
Verifica progettuale senza formazione di condensa e senza utilizzo di barriera o freno al vapore	3

Assenza di sistemi di raccolta delle acque meteoriche o delle acque grigie	-1
Presenza di sistemi di raccolta delle acque meteoriche o delle acque grigie e loro utilizzo per fini irrigui o antincendio	0
Presenza di sistemi di raccolta delle acque meteoriche o delle acque grigie e loro utilizzo per fini sanitari	1
Presenza di sistemi di raccolta delle acque meteoriche o delle acque grigie e loro utilizzo per fini sanitari e irrigui	2
Presenza di sistemi di raccolta delle acque meteoriche e delle acque grigie e loro utilizzo per fini sanitari, irrigui e/o antincendio	3

Rapporto tra l'area di superficie complessiva permeabile e area esterna di pertinenza del sito minore del 30% (< 5% se in zona A)	-1
Rapporto tra l'area di superficie complessiva permeabile e area esterna di pertinenza del sito maggiore del 30% (> 5% se in zona A)	0
Rapporto tra l'area di superficie complessiva permeabile e area esterna di pertinenza del sito maggiore del 45% (> 15% se in zona A)	1
Rapporto tra l'area di superficie complessiva permeabile e area esterna di pertinenza del sito maggiore del 60% (> 30% se in zona A)	2
Rapporto tra l'area di superficie complessiva permeabile e area esterna di pertinenza del sito maggiore del 75% (> 50% se in zona A)	3

Nota: percentuale tra l'area delle superfici esterne permeabili a cui può essere sommata la superficie di tetto a verde e l'area totale esterna di pertinenza del sito (compresi passi carrabili) [mq/mq].

Appendice alla scheda: metodo di calcolo previsto dalla Circolare Min. LL.PP. n. 3151 del 22/5/67.

La formula per il calcolo del FLD_m è la seguente:

$$FLD_m = \frac{A \times t \times \varepsilon \times \psi}{S \times (1 - r_m)} \quad (\times 100)$$

Dove:

t = Coefficiente di trasparenza del vetro

A = Area della superficie trasparente della finestra [m²]

ε = Fattore finestra inteso come rapporto tra illuminamento della finestra e radianza del cielo

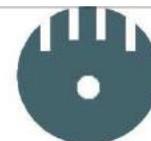
ψ = Coefficiente che tiene conto dell'arretramento del piano della finestra rispetto al filo esterno della facciata

r_m = Coefficiente medio di riflessione luminosa delle superfici interne

S = Area delle superfici interne che delimitano lo spazio [m²]

$FLD_m < 2,00$	-1
$2,00 \leq FLD_m < 2,50$	0
$2,50 \leq FLD_m < 3,00$	1
$3,00 \leq FLD_m < 4,00$	2
$FLD_m \geq 4,00$	3

Grazie per l'attenzione



fondazione architetti treviso

Aziende e Professionisti

16 giugno 2006 ore 16.45

Centro Congressi Ca' del Galletto - Via S. Bona Vecchia 30 - Treviso

LA CASA DEL FUTURO E' PASSIVA Clima & comfort nelle abitazioni.

