



**Le coltri vegetali per l'efficienza
energetica degli edifici: risultati attività
ENEA**

**Scuola delle energie - ENEA Casaccia
11-12 ottobre 2018**

**Studio di un prototipo di serra
bioclimatica per l'efficienza e la
sostenibilità energetica**

**Ing. Carlo Bibbiani, Prof. Fabio Fantozzi,
Arch. Caterina Gargari
Università di Pisa**



LE SERRE BIOCLIMATICHE



Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2017

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto: C.1 Coltri vegetali – C.2. Climatizzazione microclimatica sostenibile con sistemi innovativi a fonte rinnovabile per sistemi serra

Tema di Ricerca: Edifici Intelligenti

Responsabile del Progetto: Ing. Giovanni Puglisi

responsabile laboratorio soluzioni energetiche integrate,

Divisione Sistemi, Progetti e Servizi per l'efficienza Energetica - Dipartimento Unità per l'efficienza Energetica (DUEE-SPS-SEI)

Responsabile scientifico ENEA: Dott. Carlo Alberto Campiotti

Responsabile scientifico UniPI: Ing. Carlo Bibbiani



LE SERRE BIOCLIMATICHE

Le **serre bioclimatiche** appartengono alla categoria delle tecnologie passive per il controllo delle condizioni termigrometriche degli edifici.

Il termine “Sistema solare passivo” è utilizzato per descrivere quei sistemi che raccolgono, accumulano e ridistribuiscono energia solare senza l’utilizzo di impianti meccanici.



LE SERRE BIOCLIMATICHE



I sistemi solari passivi sono composti essenzialmente da due elementi:

- un collettore, costituito generalmente da una superficie trasparente alla radiazione, ma opaca all'infrarosso, orientata a Sud/Sud-Ovest;
- una massa termica in grado di accumulare una parte della radiazione solare.



LE SERRE BIOCLIMATICHE

In relazione alle diverse modalità di trasmissione del calore accumulato, le serre si possono dividere in due tipologie: a ***guadagno diretto*** o a ***guadagno indiretto***.

Le serre a guadagno diretto costituiscono estensioni vere e proprie dello spazio abitato: la radiazione solare entra direttamente nell'ambiente interno e viene assorbita dagli elementi massivi di accumulo (pareti, solai...)



LE SERRE BIOCLIMATICHE

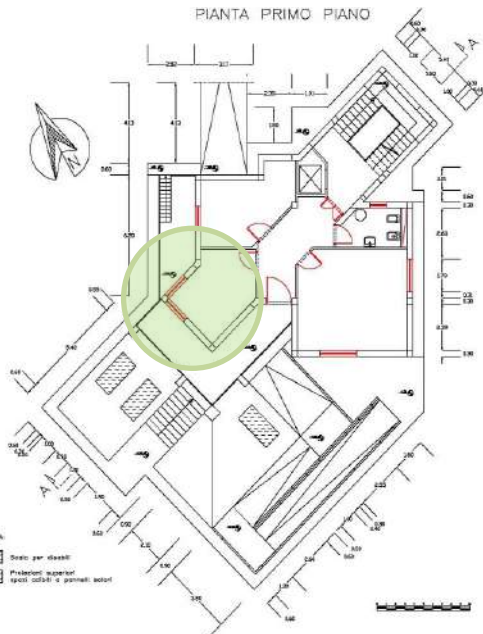
Nei sistemi a guadagno indiretto, la radiazione solare incide su una superficie di accumulo e riscalda l'aria dello spazio-filtro fisicamente separato dallo spazio abitato, detto spazio *tampone*.

Il collegamento avviene tramite aperture che vengono regolate per favorire lo scambio d'aria che, assieme al calore trasmesso dalla superficie di accumulo, riscalda lo spazio abitato.

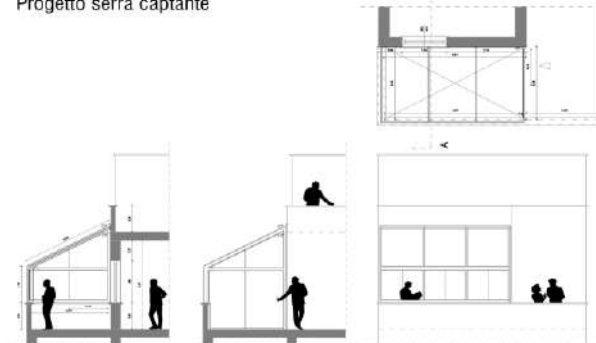


Parametri di progettazione e modello di serra bioclimatica associato all'edificio "Scuola delle Energie" - Casaccia

Rendering della SERRA BIOCLIMATICA.



Progetto serra captante



Parametri di progettazione e modello di serra bioclimatica. “Scuola delle Energie” - Casaccia - Enea

Report RdS/PAR2013/139

Simulazione del comportamento energetico di un fabbricato-tipo in assenza/presenza di tetto/parete verde per ottimizzare l'efficienza energetica degli edifici, rispetto alle aree climatiche italiane

Fabio Fantozzi, Carlo Bibbiani, Caterina Gargari



Simulazione del comportamento energetico di un fabbricato-tipo in



Modelli di LCA per sostenibilità energetica e ambientale di coperture e/o pareti verdi di edifici

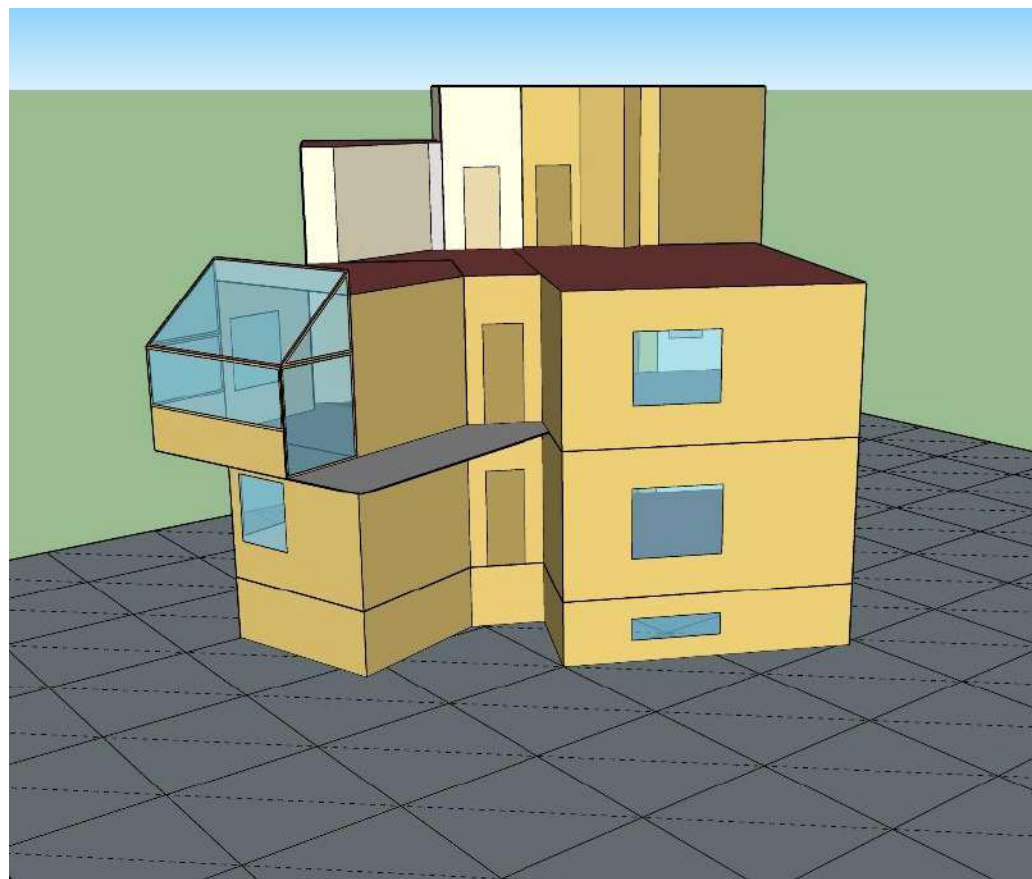
Report RdS/PAR2015/154

Modelli di LCA per sostenibilità energetica e ambientale di coperture e/o pareti verdi di edifici
Carlo Bibbiani, Fabio Fantozzi, Caterina Gargari

Il modello geometrico – Google SketchUp

Definizione di 5 zone termiche distinte per la simulazione con EnergyPlus.

Proprietà (orientamento, materiali, stratigrafia, zona termica di appartenenza) per la simulazione del comportamento energetico.



ZONE NON RISCALDATE	ZONE RISCALDATE
Piano Interrato	Piano Terra
Vano Scale	Piano Primo
	Serra

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

7 diversi MODELLI di simulazione dell'edificio:

- A**: stato attuale prima della installazione della serra
- B**: **stato modificato** con serra realizzata in vetro 5 mm e policarbonato
- C**: stato variato con **demolizione** della parete tra il piano primo e la serra e ampliamento della zona di lavoro
- D**: il modello **C** con sostituzione vetratura doppia 'Low E'
- E**: modello **B** al quale sono stati applicati i **carichi interni** (persone, apparecchiature, illuminazione)
- F**: modello **C** al quale sono stati applicati i carichi interni
- G**: modello **D** al quale sono stati applicati i carichi interni
- H**: modello **B** con **sostituzione vetratura doppia** 'Low E'.

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

Ai fini della ricerca, quindi, è stata simulata la situazione più gravosa relativamente ai carichi estivi, ipotizzando la presenza di:

- **sistema schermante interno** lungo la falda inclinata e la parete verticale esposta a Sud-Ovest della serra, con **chiusura durante il periodo estivo tra le 13:00 e le 17:00** nei soli giorni feriali;
- apertura finestra separatrice in orario di lavoro;
- situazione più gravosa, con **serra bioclimatica completamente chiusa.**

Simulazione del comportamento energetico del fabbricato con serra bioclimatica

Per ognuno dei modelli sono stati elaborati i seguenti profili orari, nei due periodi di analisi:

INVERNO: dal 21 Novembre al 21 Marzo

ESTATE: dal 21 Giugno al 21 Settembre

per i seguenti parametri:

- *Temperatura Media Radiante [°C]*
 - *Temperatura Operativa [°C]*
 - *Radiazione Solare Totale * [kWh]*
 - *Apporto Solare Totale * [kWh]*
- * attraverso le superfici vetrate*

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

Temperatura operativa = Temperatura **uniforme** di un ambiente fittizio in cui un soggetto scambierebbe per irraggiamento e convezione la **stessa energia** che scambia nell'ambiente reale, generalmente non uniforme.

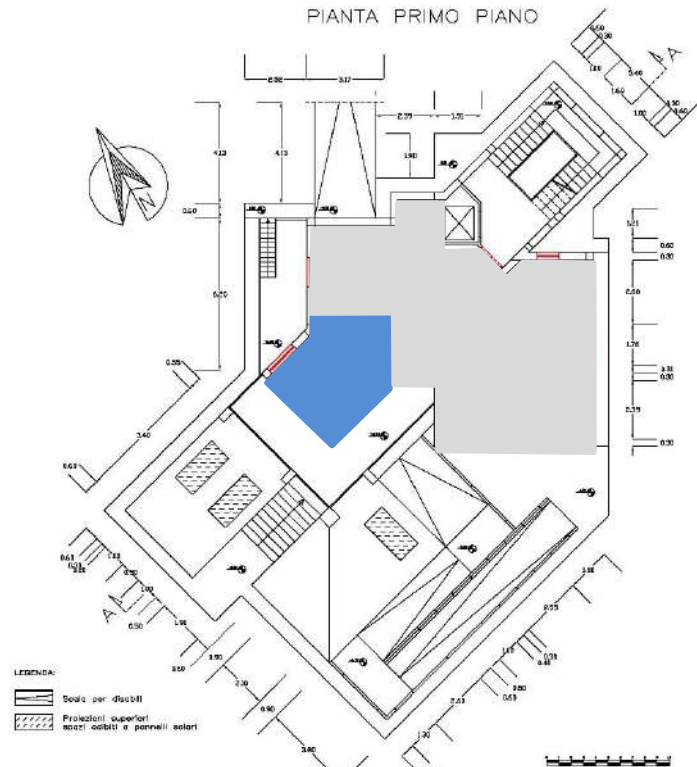
È data dalla combinazione tra la **temperatura dell'aria** e la **temperatura media radiante**.

Per la maggior parte degli ambienti termici moderati si può considerare pari alla media aritmetica delle due temperature

Simulazione del comportamento energetico del fabbricato con serra bioclimatica

Simulazioni condotte per le zone termiche

- **UFFICIO**, colorata in blu
- **PIANO PRIMO**, colorata in grigio

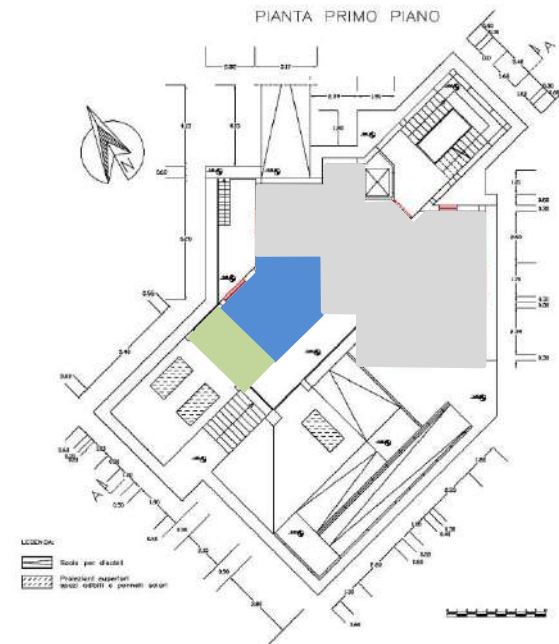


MODELLO A Individuazione delle Zone Termiche

Simulazione del comportamento energetico del fabbricato con serra bioclimatica

Simulazioni condotte per le zone termiche

- UFFICIO, colorata in blu
- SERRA, colorata in verde



MODELLO B Individuazione delle Zone Termiche

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

I grafici di seguito riportati mettono a confronto i due modelli A e B ossia il comportamento dell'edificio 'Scuola delle Energie' allo stato attuale e nello stato di progetto dopo la realizzazione della serra bioclimatica.

Si evidenzia il contributo della serra al miglioramento delle condizioni di comfort invernale della zona adiacente del piano primo.

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

Allo stato attuale, descritto dal modello A, stante la bassa qualità termica dell'involucro edilizio della Scuola delle Energie, in una condizione di comportamento passivo, in assenza cioè di impianto di condizionamento, la zona termica UFFICIO dovrebbe sopportare, sia in inverno che in estate, condizioni di discomfort accentuate, con valori della T° operativa **inferiori mediamente di circa $9,2^{\circ}\text{C}$ in inverno** e **superiori di circa $3,6^{\circ}\text{C}$ in estate** rispetto ai valori di set-point predefiniti (**21°C in inverno e 26°C in estate**).

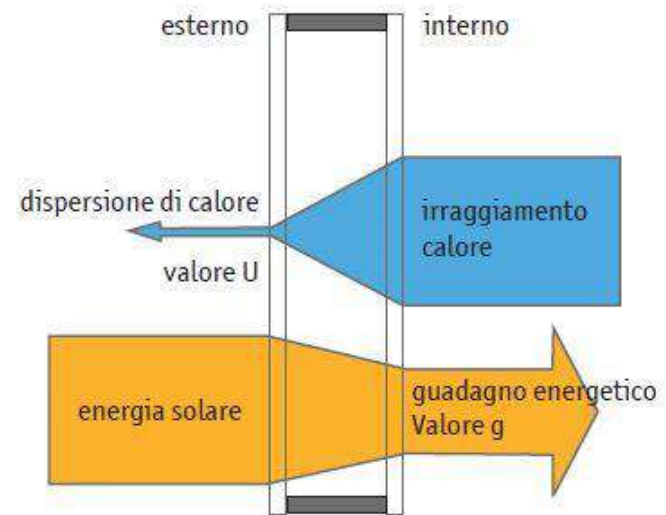
Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

La realizzazione della serra bioclimatica sul fronte Sud-Ovest (modello B) comporta un sensibile innalzamento della T° operativa media durante l'orario di lavoro, **riducendo a 8,8 i gradi $^{\circ}\text{C}$ di discomfort** medio rispetto al set-point invernale, ma causa un innalzamento delle temperature in regime estivo che mediamente **superano di circa 5,4 $^{\circ}\text{C}$** la temperatura di set-point .

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

VETRATURA 'BASSO EMISSIVA'

La simulazione del **modello H**, che prevede in alternativa al policarbonato e alle vetrate semplici un vetro doppio dotato di pellicola a controllo solare, ha dimostrato la possibilità di una **riduzione del 10%** dei valori medi di **T° operativa** in periodo estivo.



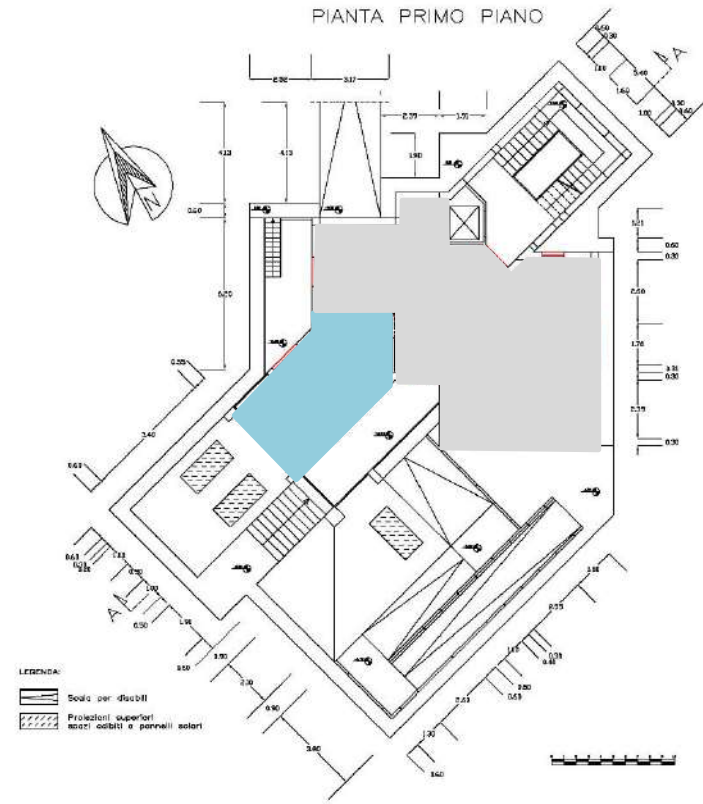
Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

E' stata quindi ipotizzata una configurazione alternativa dello spazio (**modello C**) in cui la parete di separazione viene demolita e lo spazio abitato si dilata fino a comprendere il volume della serra.

Simulazione del comportamento energetico del fabbricato con serra bioclimatica

Simulazioni condotte per le zone termiche

- PRIMO PIANO, colorata in grigio
- UFFICIO&SERRA, colorata in blu



MODELLO C Individuazione delle Zone Termiche

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

Il modello C ottimizza i benefici della presenza dell'ampia superficie vetrata durante la stagione invernale, ma ovviamente risente pesantemente del **surriscaldamento estivo**, che comporta un **innalzamento della T° operativa media di circa 3°C** .

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

Nel **modello D**

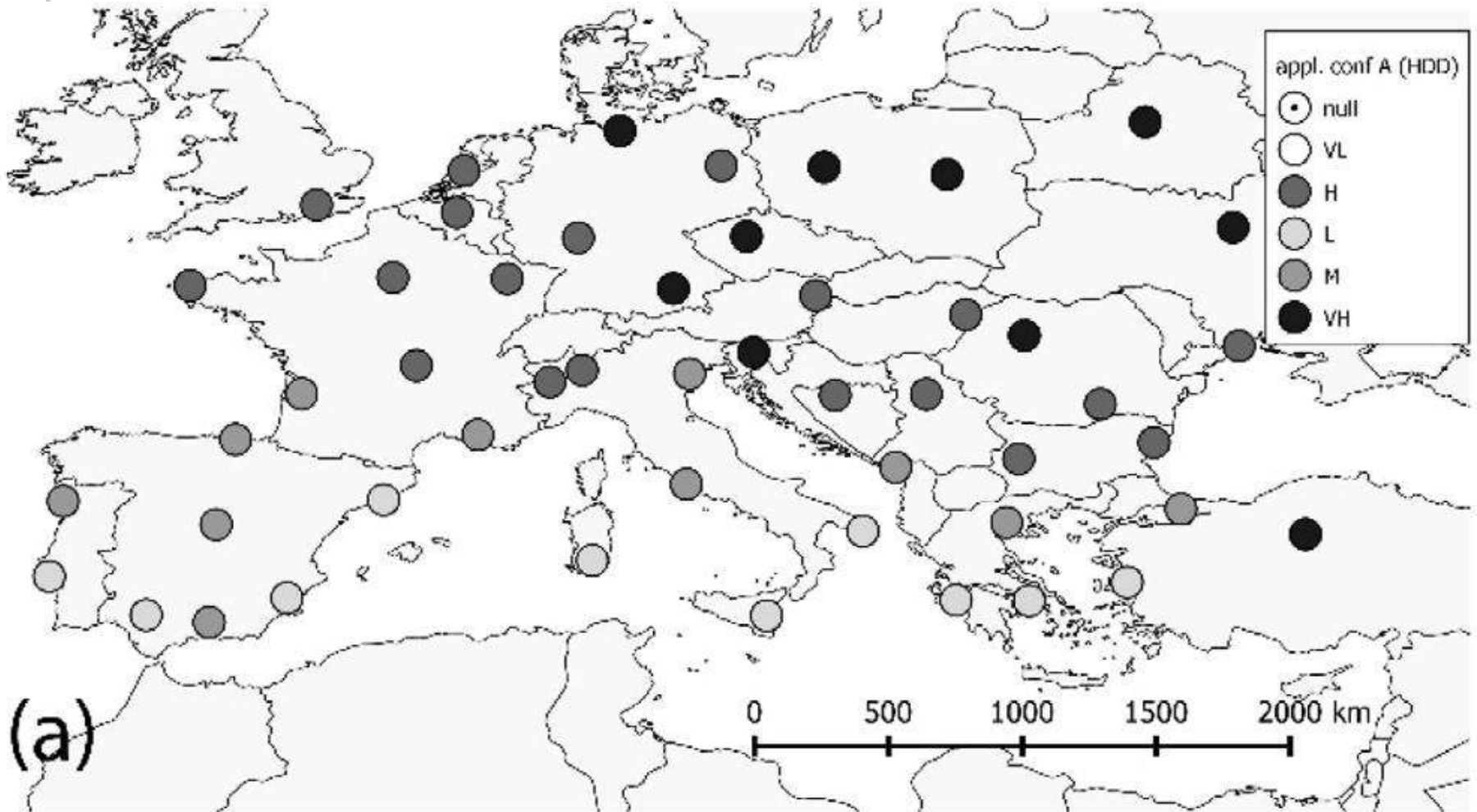
(che è il modello **C** con sostituzione vetratura doppia 'Low E)

l'azione della pellicola solare diventa particolarmente evidente proprio nel periodo estivo **riportando le T°**

operative dello spazio ampliato

UFFICI&SERRA ai livelli del **modello B**

CONCLUSIONI

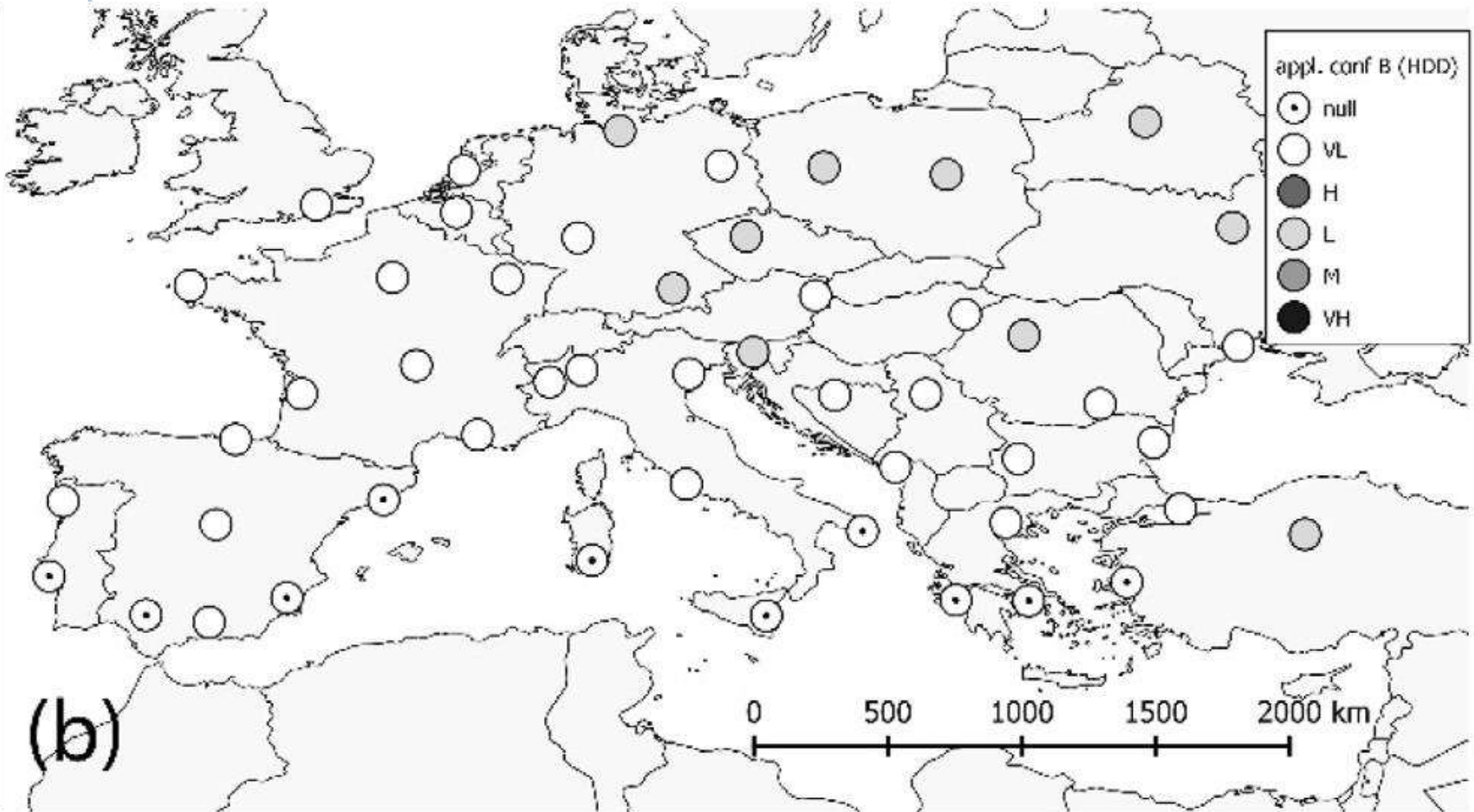


Building conf. A - $U = 1.589 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fattibilità della Serra Bioclimatica / HDD_{20}

G. Chiesa et al. / Energy and Buildings 138 (2017) 377–395

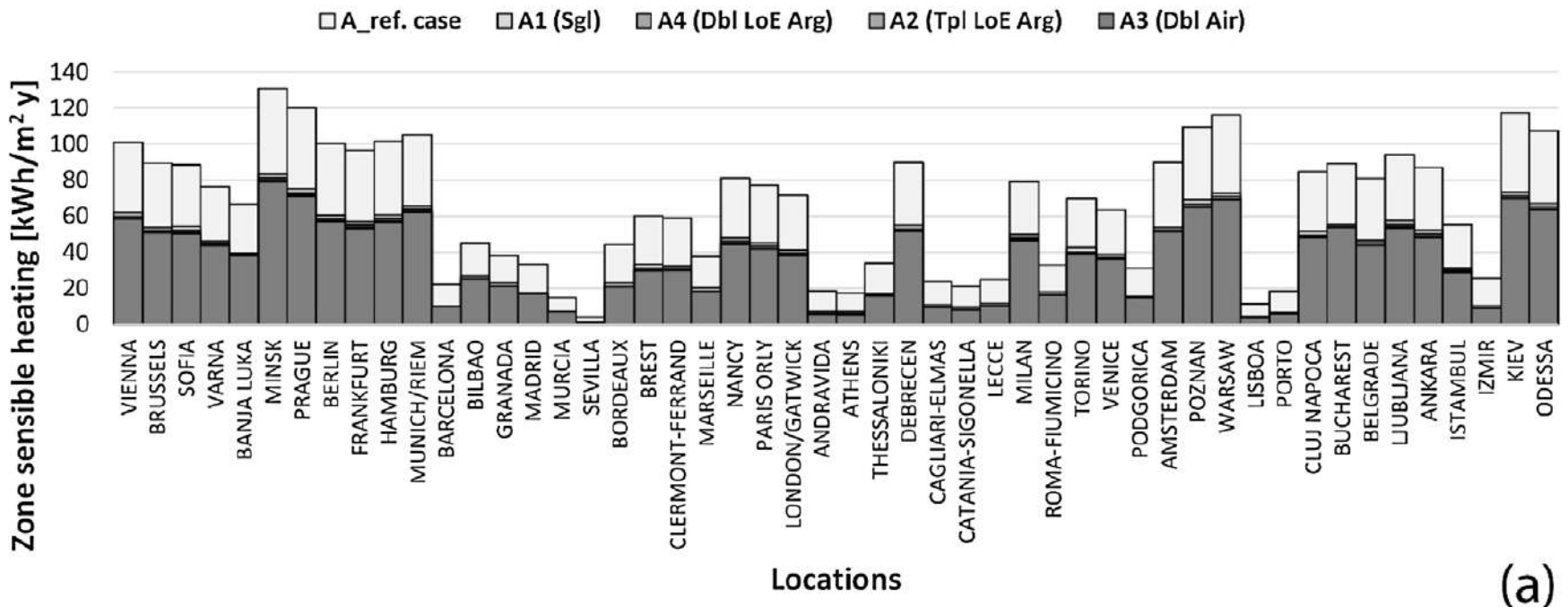
CONCLUSIONI



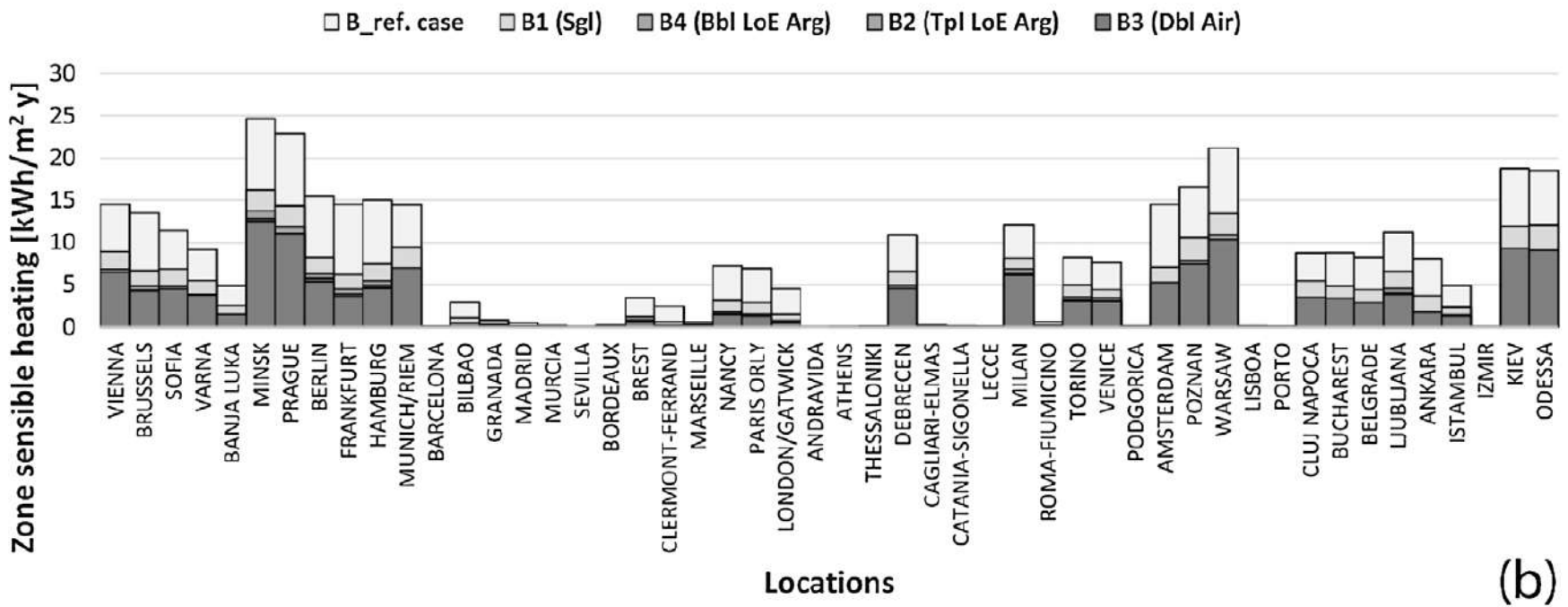
Building conf. B - $U = 0.287 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fattibilità della Serra Bioclimatica / HDD_{20}

G. Chiesa et al. / Energy and Buildings 138 (2017) 377–395



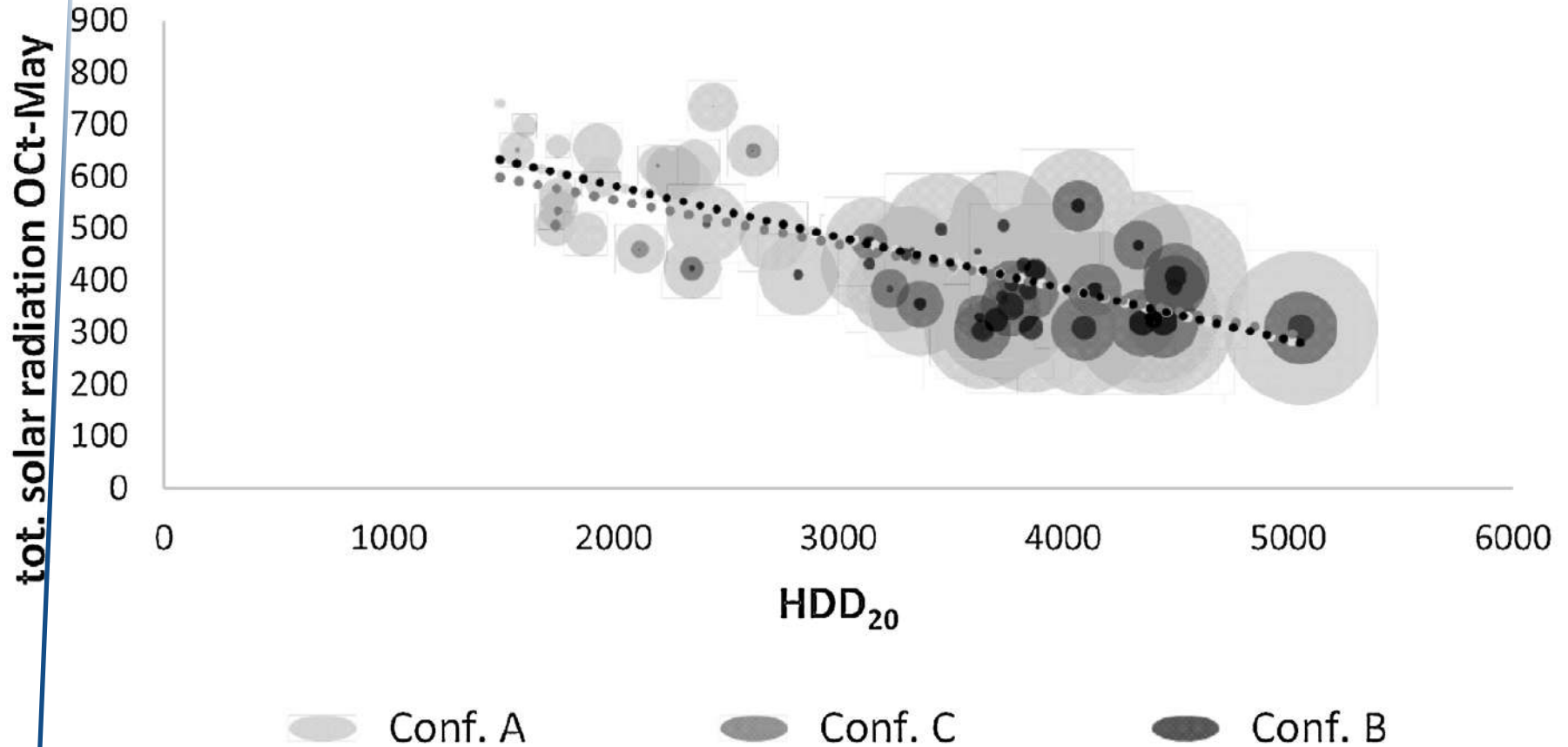
(a)



(b)



CONCLUSIONI



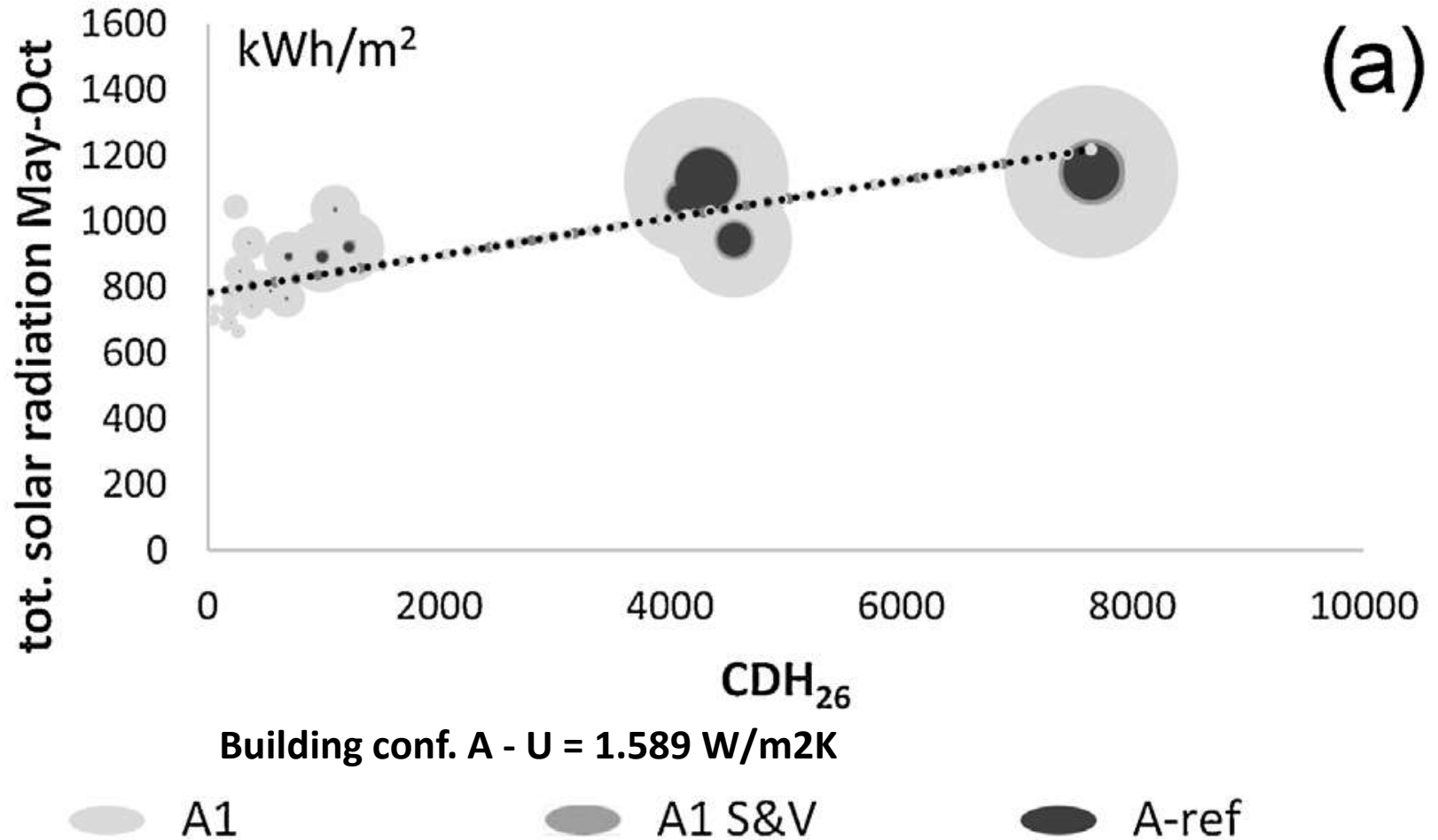
Fattibilità della Serra Bioclimatica / HDD₂₀

Building conf. A - $U = 1.589 \text{ W/m}^2\text{K}$

Building conf. B - $U = 0.287 \text{ W/m}^2\text{K}$

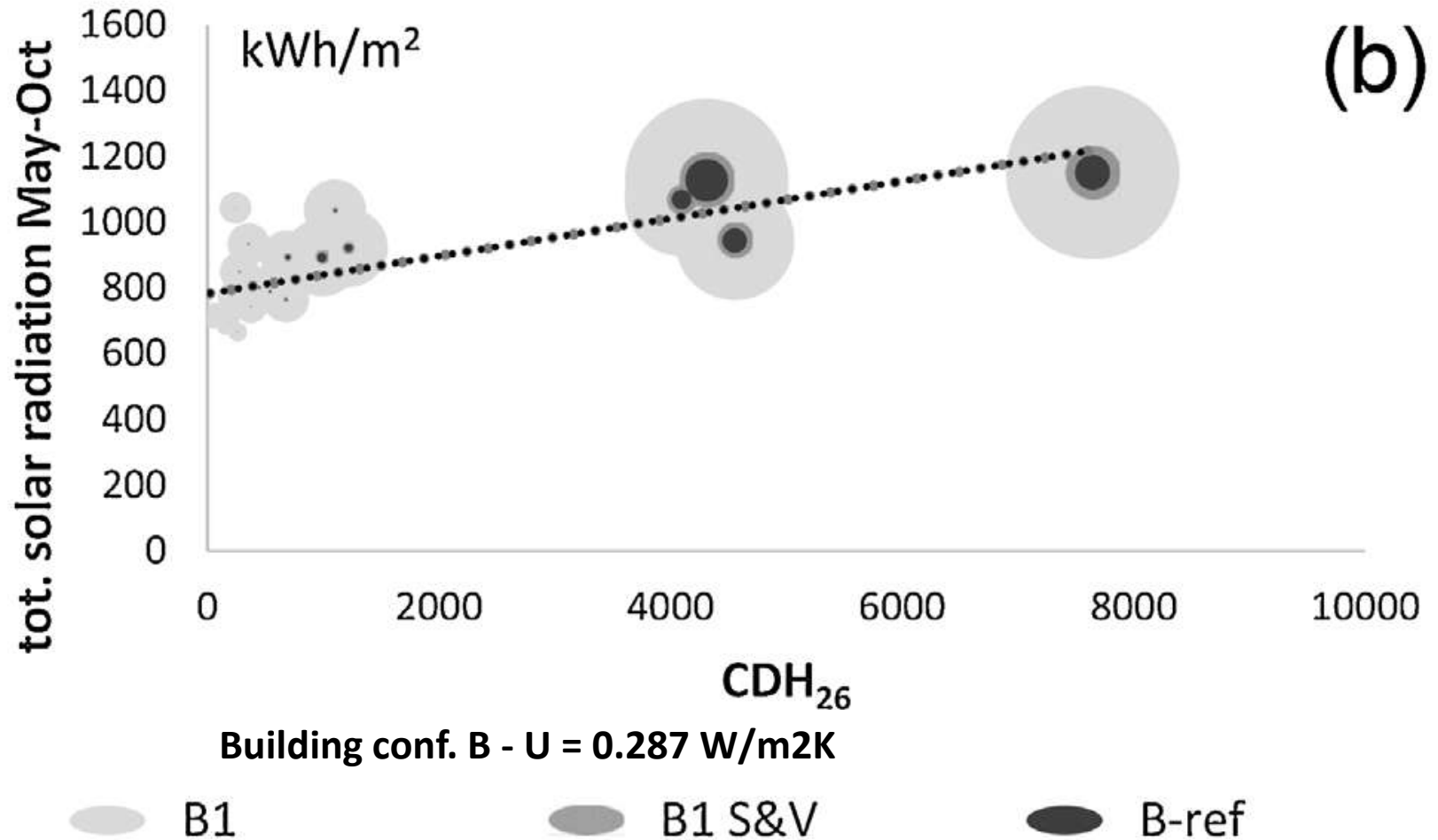
Building conf. C - $U = 0.673 \text{ W/m}^2\text{K}$

CONCLUSIONI



Fattibilità della Serra Bioclimatica / CDD₂₆

CONCLUSIONI



Fattibilità della Serra Bioclimatica / CDD₂₆

CONCLUSIONI

- 1) Nella configurazione studiata, la realizzazione della serra bioclimatica sembra conseguire un miglioramento delle condizioni di comfort invernale dello spazio abitato, ma inferiore alle aspettative.

CONCLUSIONI

- 2) Sostituendo il policarbonato ed il vetro semplice con una vetro doppio strato 'basso emissivo', si migliorano le prestazioni non tanto da giustificare il notevole aumento di costo, tranne che per la configurazione C.

CONCLUSIONI

3) Durante la stagione estiva, per limitare il surriscaldamento della serra bioclimatica, è comunque necessaria:

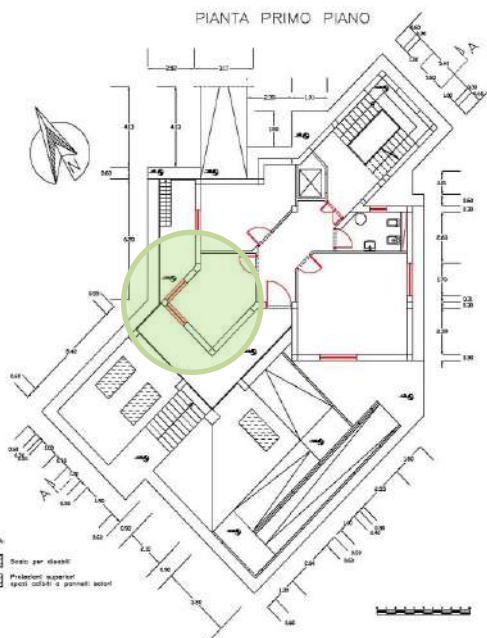
- Una schermatura ombreggiante;
- Una ventilazione naturale, attraverso opportune finestrate;

Simulazione del comportamento energetico con serra bioclimatica

Tutto ciò premesso, le simulazioni condotte con il software Energy Plus fondamentalmente confermano il contributo della serra al miglioramento del comfort nei limiti attesi ed inoltre consentono un confronto di soluzioni tecniche alternative riguardanti le geometrie e le caratteristiche dei materiali.

Parametri di progettazione e modello di serra bioclimatica associato all'edificio "Scuola delle Energie" - Casaccia

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE.**



**Ing. Carlo Bibbiani, Prof. Fabio Fantozzi,
Arch. Caterina Gargari
Università di Pisa**