

Il comportamento termoigrometrico degli edifici in legno nel clima Mediterraneo

Elena Agus
Dottoranda all'Università degli Studi di Cagliari

La progettazione degli edifici in legno nei climi caldi, rappresentati in questo studio dalle condizioni climatiche della Sardegna, è possibile con un attento uso delle strategie di progettazione passiva e con una conoscenza adeguata del clima locale. E' possibile realizzare così, anche nelle regioni calde del sud Italia, edifici in legno a "energia quasi zero" e con un adeguato livello di comfort termoigrometrico.

1. Introduzione

L'Università di Cagliari e l'Università di Sassari nel 2009 hanno firmato una convenzione con l'Ente Foreste della Regione Sardegna e con l'Azienda Regionale per l'Edilizia Abitativa (AREA) con l'obiettivo di promuovere l'utilizzo di legno locale nella realizzazione di edifici sostenibili e avviare un programma di ricerca volto allo sviluppo di un sistema costruttivo adatto all'uso del legno sardo nelle costruzioni.

Il sistema individuato è il Cross Laminated Timber (CLT) ovvero i pannelli di legno massiccio a strati incrociati.

All'interno di questo tema di ricerca è stato affrontato anche lo studio del comportamento termoigrometrico ed energetico degli edifici in CLT realizzati nelle condizioni climatiche della Sardegna. Lo studio, alla base di una Ricerca di Dottorato, è stato portato avanti con la supervisione della Professoressa Barbara de Nicolo, Docente di Tecnica delle Costruzioni della facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari e di Peter Erlacher di Naturno (BZ), esperto di costruzioni in legno e di fisica tecnica edile.

Lo studio è stato condotto con l'utilizzo del software WUFI per quanto riguarda gli aspetti termoigrometrici e del software ProCasaClima 2013 per gli aspetti energetici.

2. L'edificio oggetto di studio

Una parte della ricerca affronta lo studio energetico di un edificio unifamiliare a Cagliari

in CLT che rispetta i requisiti imposti dal DPR 2 aprile 2009 n.59.

L'edificio oggetto di studio ha un rapporto S/V di 0,67.

Le dimensioni esterne in pianta sono di 10 m x 10 m e altezza alla gronda di 6 m. Il tetto è a due falde con pendenza del 30% e le superfici finestrate sono distribuite sui lati sud, est e ovest.

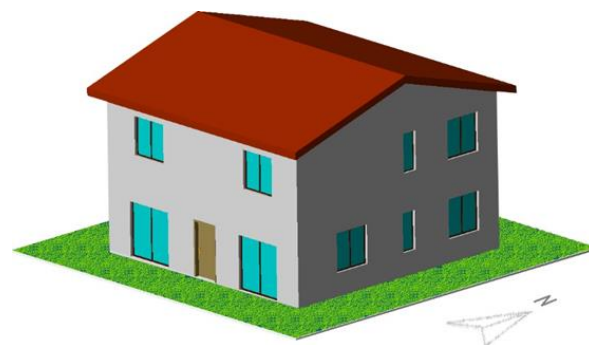


Figura 1: edificio oggetto di studio

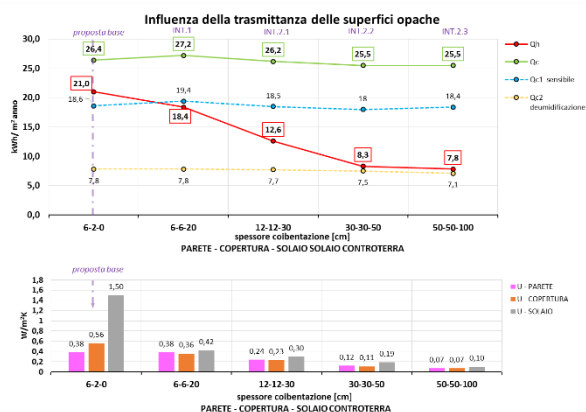
L'edificio è a norma di legge per quanto riguarda i dettami sull'involucro edilizio previsti dal DPR 59/2009.

Infatti il suo fabbisogno di riscaldamento è di 21 kWh/m²anno (inferiore al valore limite di 35,39 kWh/m²anno per un edificio a Cagliari con S/V=0,67) e il fabbisogno di raffrescamento sensibile è di 18,6 kWh/m²anno (inferiore al limite di 30 kWh/m²anno per gli edifici in zona climatica C). Ma per ottenere un edificio "a

energia quasi zero” è necessario applicare delle strategie di progettazione passiva.

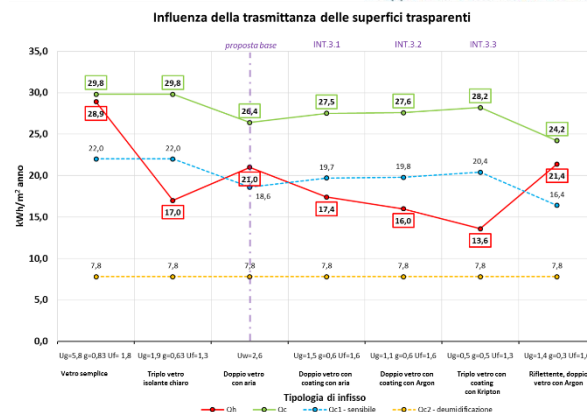
Le strategie utilizzate sono le seguenti:

1. Diminuzione della trasmittanza dei componenti opachi orizzontali e verticali al limite di legge per gli edifici sottoposti a ristrutturazione;
2. Ulteriore diminuzione della trasmittanza dei componenti opachi con soluzioni molto più performanti;
3. Diminuzione della trasmittanza dei componenti vetrati;
4. Maggiore schermatura degli infissi;
5. Ventilazione notturna;
6. Aumento della capacità termica areica interna;
7. Colorazione chiara delle superfici esterne.



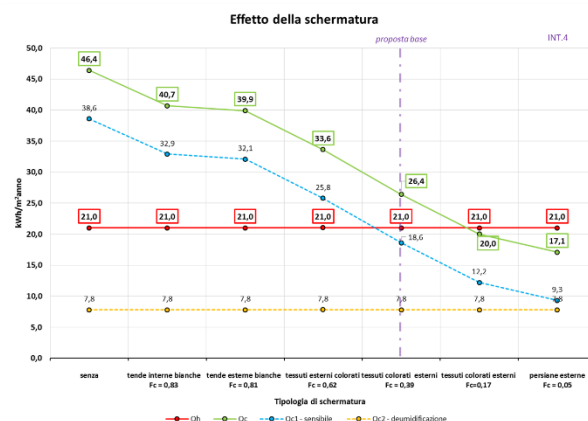
1.1. Influenza della trasmittanza delle superfici opache

Il grafico 1.1 mostra come la diminuzione della trasmittanza delle superfici permette di ottenere una importante diminuzione del fabbisogno di riscaldamento - linea rossa (da 21 kWh/m² anno a 7,8 kWh/m² anno) ma non avviene lo stesso per quanto riguarda il fabbisogno di raffrescamento – linea verde (da 26,4 kWh/m² anno a 25,5 kWh/m² anno). La sola coibentazione dell'involucro edilizio non è sufficiente per diminuire il fabbisogno di raffrescamento dell'edificio.



1.2. Influenza della trasmittanza delle superfici trasparenti

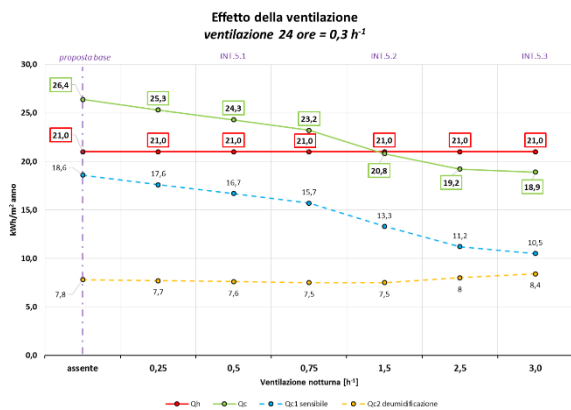
Il grafico 1.2 mostra l'influenza della trasmittanza delle superfici trasparenti. La proposta base prevede degli infissi in legno con un vetro camera riempita di aria e $U=2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Gli infissi che permettono di diminuire maggiormente il fabbisogno di raffrescamento dell'edificio hanno i vetri riflettenti che, con un fattore solare $g=0,3$, respingono la radiazione solare.



1.3. Effetto della schermatura

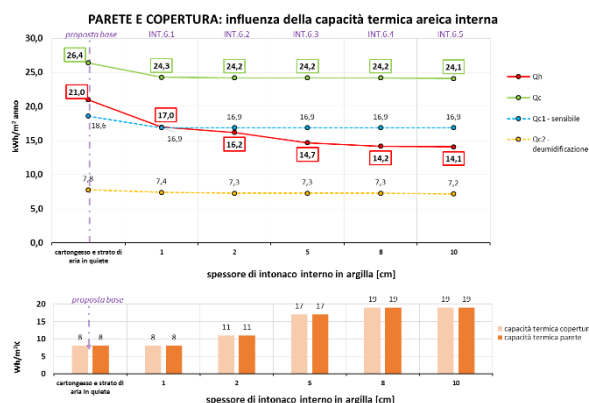
La proposta base prevede una schermatura costituita da tende esterne in tessuto colorato. L'influenza della schermatura degli infissi sul fabbisogno di raffrescamento è evidente: si passa da un fabbisogno di 46,4 kWh/m² anno nella proposta priva di schermatura a un fabbisogno di 17,1 kWh/m² anno con l'utilizzo delle persiane esterne.

Questa strategia di progettazione è dunque fondamentale, nel clima di Cagliari, per diminuire il fabbisogno di raffrescamento dell'edificio.



1.4. Influenza della ventilazione notturna

L'aggiunta di una ventilazione notturna permette di diminuire il fabbisogno di raffrescamento da $26,4 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ della proposta base (priva di ventilazione notturna) a $18,9 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ con un ricambio di 3 h^{-1} . La ventilazione notturna si considera aggiuntiva rispetto a quella prevista nell'arco delle 24 ore e pari a $0,3 \text{ h}^{-1}$.

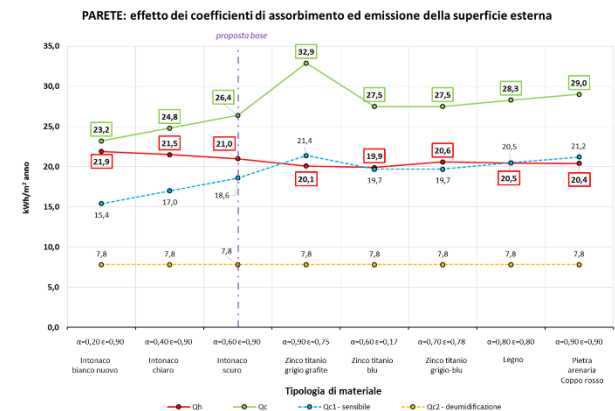


1.5. Influenza della capacità termica areica interna

Nella proposta base all'interno delle stratigrafie che compongono la parete e la copertura è previsto uno strato di aria di 5 cm per il passaggio degli impianti e uno strato di cartongesso di finitura.

Con la sostituzione dello strato di aria in quiete con un pannello di legno-cemento facilmente fresabile per il passaggio degli impianti e lo strato di cartongesso con uno strato crescente di intonaco in argilla si ottiene una diminuzione sia del fabbisogno di raffrescamento dell'edificio che del fabbisogno di riscaldamento.

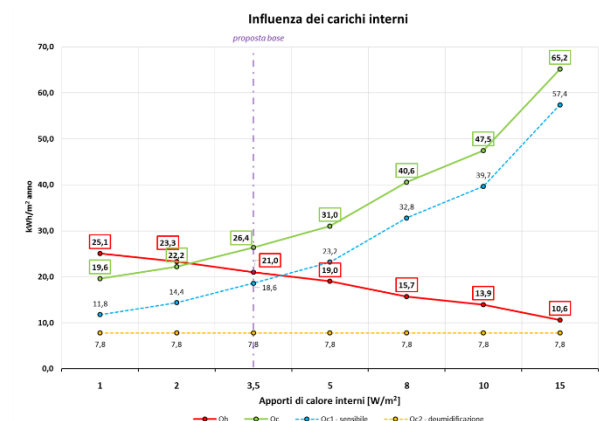
La strategia dunque, nelle condizioni climatiche di Cagliari, è consigliabile per migliorare sia le condizioni estive che invernali.



1.6. Influenza del coefficiente di assorbimento e di emissione della parete esterna

Nella proposta base la parete è rivestita esternamente da un intonaco scuro.

La strategia migliore per diminuire il fabbisogno di raffrescamento dell'edificio è l'utilizzo di un intonaco bianco che porta il fabbisogno da $26,4 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ della proposta base a $23,2 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$.



1.7. Influenza dei carichi interni

All'aumentare dei carichi interni tutte le strategie di progettazione passiva viste precedentemente non hanno più effetto. L'influenza del comportamento dell'uomo e la sua gestione dei carichi interni è di primaria importanza per mantenere basso il fabbisogno di raffrescamento dell'edificio.

Le strategie di progettazione individuate e applicate nell'edificio oggetto di studio non hanno portato però ad un livello minimo di comfort che il software Casaclima 2013 permette di verificare applicando e rivedendo le classi di comfort previste dalla UNI EN 15251.

Una classe di comfort minima si ottiene dalla combinazione di alcune strategie che per il clima di Cagliari sono risultate più efficaci.

La stessa combinazione non garantisce però lo stesso livello di comfort in altre condizioni climatiche presenti in Italia: da qui la necessità di progettare con il clima, di fare uso delle strategie di progettazione passiva e di guardare alle caratteristiche costruttive degli edifici vernacolari molto attente alle condizioni climatiche locali.

3. References

- [1] Erlacher P., **Riqualificazione energetica edifici esistenti**, Padovani editrice, 2009
- [2] Galbusera G. et. al., **Prestazioni estive degli edifici**, vol. 5 di L'isolamento termico e acustico, TEP, Milano 2011
- [3] Christoph Mitterer, Hartwig M. Künzle, Sebastian Herkel, Andreas Holm, **Optimizing energy efficiency and occupant comfort with climate specific design of the building**, in *Frontiers of Architectural Research* 1 (2012) 229–235
- [4] V. Cheng, E. Ng, B. Givoni, **Effect of envelope colour and thermal mass on indoor temperatures in hot humid climate**, in *Solar Energy* 78 (2005) 528–534
- [5] M. Haase, A. Amato, **An investigation of the potential for natural ventilation and building orientation to achieve thermal comfort in warm and humid climates**, in *Solar Energy* 83 (2009) 389–399
- [6] Zainazlan Md Zain, Mohd Nasir Taib, Shahrizam Mohd Shah Baki, **Hot and humid climate: prospect for thermal comfort in residential building**, in *Desalination* 209 (2007) 261–268
- [7] Gregor P. Henze, Jens Pfafferott, Sebastian Herkel, Clemens Feltsmann, **Impact of adaptive comfort criteria and heat waves on optimal building thermal mass control**, in *Energy and Buildings* 39 (2007) 221–235
- [8] Katherine Gregory, Behdad Moghtaderi, Heber Sugo, Adrian Page, **Effect of thermal mass on the thermal performance of various Australian residential constructions systems**, in *Energy and Buildings* 40 (2008) 459–465
- [9] L. Zhu, R. Hurt, D. Correia, R. Boehm, **Detailed energy saving performance analyses on thermal mass walls demonstrated in a zero energy house**, in *Energy and Buildings* 41 (2009) 303–310
- [10] Stefano Paolo Corgnati, Andrea Kindinis, **Thermal mass activation by hollow core slab coupled with night ventilation to reduce summer cooling loads**, in *Building and Environment* 42 (2007) 3285–3297
- [11] David Mwale Ogoli, **Predicting indoor temperatures in closed buildings with high thermal mass**, in *Energy and Buildings* 35 (2003) 851–862
- [12] José L. Fernández, Miguel A. Porta-Gándara, Norberto Chargo, **Rapid on-site evaluation of thermal comfort through heat capacity in buildings**, in *Energy and Buildings* 37 (2005) 1205–1211
- [13] Edna Shaviv, Abraham Yezioro, Isaac G. Capeluto, **Thermal mass and night ventilation as passive cooling design strategy**, in *Renewable Energy* 24 (2001) 445–452
- [14] Z. Yilmaz, **Evaluation of energy efficient design strategies for different climatic zones: Comparison of thermal performance of buildings in temperate-humid and hot-dry climate**, in *Energy and Buildings* 39 (2007) 306–316
- [15] Sami A. Al-Sanea, M.F. Zedan, S.N. Al-Hussain, **Effect of masonry material and surface absorptivity on critical thermal mass in insulated building walls**, in *Applied Energy* 102 (2013) 1063–1070