



## La temperatura percepita ed il comfort termico

## Utilità n. 2d

I Regolamenti Locali di Igiene e la normativa di settore, forniscono dei precisi limiti in materia di temperatura degli ambienti interni, con la finalità di garantire una ottimale situazione di comfort termico, alle persone presenti: nella stagione invernale è necessario mantenere una temperatura interna di  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , mentre nella stagione estiva è preferibile non superare  $25-26^\circ\text{C}$ .

Tuttavia l'esperienza insegna che, a parità di Umidità Relativa, velocità dell'aria e temperatura dell'ambiente interno, la temperatura effettivamente percepita varia molto. Ciò è dovuto al fatto che la **temperatura percepita** corrisponde approssimativamente alla media aritmetica fra la temperatura dell'ambiente interno e la temperatura delle superfici interne, come la superficie interna dell'involucro edilizio, opaco e trasparente, nonché le pareti, i pavimenti e i soffitti interni.

La corretta temperatura percepita negli ambienti interni durante stagione invernale, è compresa fra  $19$  e  $20^\circ\text{C}$  ed è raggiungibile - garantendo il massimo comfort termico - quando sia le superfici interne e che l'ambiente interno hanno temperature che si avvicinano entrambe a  $19-20^\circ\text{C}$ .

Pareti e finestre con scarse caratteristiche di isolamento termico, durante la stagione invernale, hanno temperature superficiali molto al di sotto di  $19-20^\circ\text{C}$  e, oltre a costituire un problema per il rischio di formazione di condensa superficiale e muffa, generano in chi vi si avvicina, una sensazione di disagio data sia dall'eccessivo scambio termico intercorrente fra superficie fredda e corpo umano, che dalla asimmetria della sollecitazione termica.

Molto spesso si cerca di ovviare al problema di un involucro edilizio scarsamente o per nulla isolato, aumentando la temperatura dell'ambiente interno, in modo tale da ridurre la sensazione di freddo. Tale modus operandi in realtà non porta un reale aumento del comfort ma al più una discutibile riduzione del disagio, infatti temperature interne troppo elevate nuocciono alla salute, in particolar modo di persone anziane e bambini, e nel contempo determinano un sensibile aumento della bolletta energetica, poiché è cosa accertata che **ad ogni singolo grado in più, della temperatura dell'ambiente interno, corrisponde un maggiore dispendio energetico ed economico, che va dal 6 all'8%**.

Un buon isolamento termico e serramenti con buone proprietà isolanti, permettono invece di ottenere molti vantaggi, sia in termini di aumento del comfort, che di riduzione della bolletta energetica, infatti nella stagione invernale, è possibile avere temperature superficiali interne all'involucro edilizio più elevate, tali da garantire effettivamente ottime condizioni di comfort termico, mantenendo la temperatura degli ambienti interni fra i  $19$  e i  $21^\circ\text{C}$  e nel contempo ottenere una riduzione della trasmittanza termica dell'involucro edilizio, un aumento dell'efficienza globale media stagionale ( $\epsilon$ ) dell'impianto termico e quindi una immediata riduzione del fabbisogno di energia primaria del fabbricato.

Ricordando l'esempio trattato nell'Utilità 2b degli approfondimenti, si riportano due stratigrafie murarie: una riguarda una tipica muratura di tamponamento a cassa vuota non coibentata, l'altra riguarda la stessa muratura, a cui è stato aggiunto un cappotto termico da  $12,0$  cm di spessore in polistirene, con conducibilità termica pari a  $0,04$  W/m K, peso specifico da  $30$  kg/mc ed infine una rasatura di finitura.

Per la **stagione invernale** il raffronto è stato eseguito su un edificio costruito a Milano e quindi con temperatura media del mese più freddo pari a  $1,7^\circ\text{C}$ .

La **muratura non isolata** determina una temperatura superficiale interna di  $15,5^\circ\text{C}$  che, con  $20^\circ\text{C}$  di temperatura dell'ambiente interno, non permette di situarsi all'interno dell'area del comfort termico. Il comfort sarebbe raggiungibile eventualmente alzando la temperatura dell'ambiente interno, con conseguente incremento della bolletta energetica. Questo senza contare le zone dei ponti termici, dove le temperature superficiali si possono abbassare fino a  $11,0^\circ\text{C}$ , condizioni per le quali il comfort termico è irraggiungibile e dove è concreta la possibilità della formazione della muffa.

La **muratura isolata** determina invece una temperatura superficiale interna di  $18,9^\circ\text{C}$  che, con  $20^\circ\text{C}$  di temperatura dell'ambiente interno, permette di situarsi all'interno dell'area del comfort termico. Il cappotto termico permette inoltre di risolvere i problemi dati dai ponti termici, infatti ora in quelle aree abbiamo una temperatura superficiale di  $18,4^\circ\text{C}$  che, con  $20^\circ\text{C}$  permette ancora di situarsi all'interno dell'area del comfort, il tutto risparmiando sulla bolletta energetica.

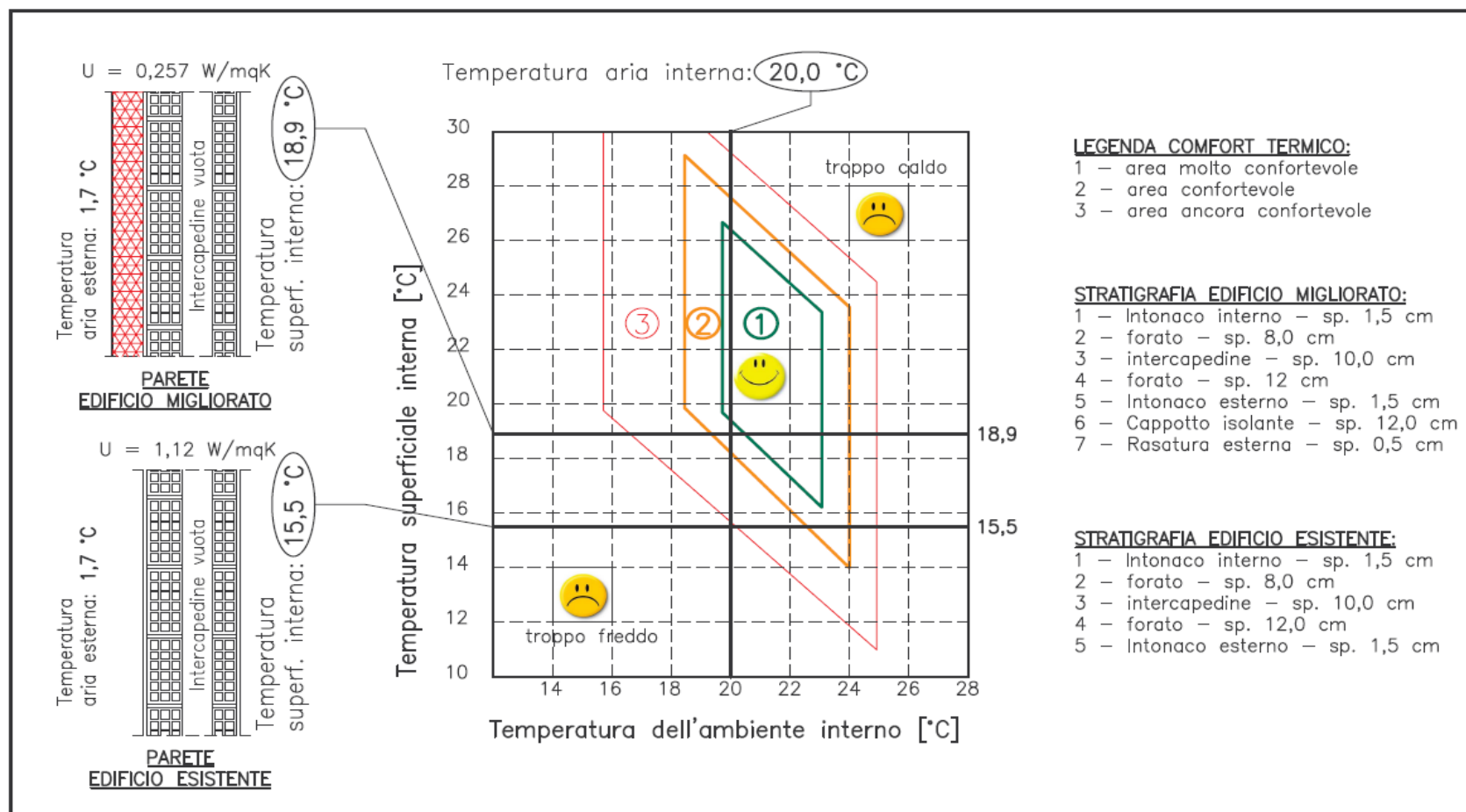
Qualora la verifica venga condotta con la temperatura esterna minima di progetto, pari a  $-5^\circ\text{C}$ , la situazione di discomfort termico per l'edificio non coibentato peggiora decisamente:  $7,7^\circ\text{C}$  in corrispondenza del ponte termico e  $13,8$  in corrispondenza della muratura. In entrambi i casi si determina un grave discomfort termico, solo parzialmente riducibile aumentando ulteriormente la temperatura dell'ambiente interno, senza contare l'aumento del rischio di formazione della muffa.

L'edificio dotato di cappotto termico invece permette di avere ancora buone temperature superficiali:  $17,8^\circ\text{C}$  in corrispondenza del ponte termico e  $18,5$  in corrispondenza della muratura. In entrambi i casi è possibile rimanere all'interno dell'area del comfort, con temperatura ambientale interna di  $20^\circ\text{C}$ .

Lo schema grafico sotto riportato rappresenta i risultati ottenuti, in termini di comfort, con e senza isolamento termico, ponendo una temperatura esterna di  $1,7^\circ\text{C}$ .



## Aree del comfort termico



Analoghi ragionamenti possono essere effettuati anche per la **stagione estiva**, dove un cappotto termico idoneamente studiato anche per l'estate ed un corretto ombreggiamento dell'involucro edilizio trasparente, permettono di avere temperature superficiali interne più basse e conseguentemente di mantenere una situazione di comfort termico estivo, senza la necessità di abbassare eccessivamente la temperatura dell'ambiente interno, attraverso un impianto di raffrescamento o condizionamento, cosa che nuoce alla salute e genera consistenti aumenti della bolletta energetica.

Per la stagione estiva eseguiamo nuovamente il raffronto considerando sempre un edificio costruito a Milano, e pertanto con temperature estive che possono superare anche i 37 °C.

La temperatura della superficie interna viene calcolata prima impostando una tonalità "media", della colorazione della superficie esterna, quindi con un analogo fattore di assorbimento solare, e successivamente una colorazione dalla tonalità "chiara" (temperatura indicata fra parentesi).

La **muratura non isolata** determina una temperatura della superficie interna in estate che arriva ad un massimo di 43,2 °C (37,4 °C) nel secondo pomeriggio, producendo condizioni interne di surriscaldamento e grave discomfort termico.

La **muratura isolata** determina una temperatura della superficie interna in estate che arriva ad un massimo di 34,5 °C (31,2 °C) in seconda serata, riducendo il surriscaldamento termico e migliorando le condizioni interne in termini di comfort.

Qualora in luogo del polistirene si preveda l'utilizzo di uno strato di isolamento dello spessore di 12 cm, in fibra di legno o in lana di roccia, con peso specifico fino a 140 kg/mc e conducibilità termica da 0,038 W/m K, la temperatura della superficie interna arriva ad un massimo di 33,3 °C (30,3 °C) a notte inoltrata, riducendo ulteriormente il surriscaldamento termico e migliorando ancora le condizioni interne in termini di comfort, potendo facilmente beneficiare del raffrescamento naturale dato dell'aria esterna, che di notte raggiunge le temperature minime.

Si nota come in località che raggiungono elevate temperature nella stagione estiva, diventi importante anche la scelta della colorazione esterna dell'involucro edilizio: tonalità chiare, quindi con basso fattore di assorbimento dell'irraggiamento solare sono, se possibile, da preferire alle tonalità più scure poiché, a parità di isolamento termico, e soprattutto per spessori dell'isolante non consistenti, danno migliori risultati.

**Note:**

Per le prestazioni estive dell'involucro edilizio vedere l'Utilità 2a, approfondimenti.

Per la formazione della muffa vedere l'Utilità 2b, approfondimenti.