

Valori termici di progetto della muratura

Fattori di correzione per umidità dei valori calcolati.

Indicazioni per pareti in POROTON® con riferimento alle normative in materia.

Ing. Lorenzo Bari

In precedenti Newsletter (cfr. Newsletter POROTON® n. 49 - Dicembre 2007 e Newsletter POROTON® n. 54 - Maggio 2008) si è affrontato l'argomento inerente le procedure per il calcolo delle prestazioni termiche delle murature applicabili in conformità alle vigenti norme.

La pubblicazione, avvenuta nel maggio 2008, della nuova norma UNI EN ISO 10456 permette di concludere la trattazione dell'argomento andando a quantificare univocamente le correzioni per umidità da applicare ai valori termici calcolati allo stato asciutto.

Si illustrano le modalità operative alla luce dei più recenti aggiornamenti normativi.



Riferimenti normativi

Da ottobre 2005 per la determinazione delle prestazioni termiche delle murature viene impiegata dal Consorzio POROTON® Italia (e dalla maggior parte dei produttori di elementi per muratura in genere) la UNI EN 1745:2005 "Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici di progetto".

Il fatto di poter considerare quale norma di riferimento valida a tutti gli effetti per la valutazione delle prestazioni termiche delle murature la UNI EN 1745 discende dalle seguenti considerazioni:

- il D.Lgs. 192/2005 ha abrogato l'art. 1 del D.M. 6/8/1994 recante il recepimento delle norme UNI attuative del D.P.R. 412/1993; tra le norme ivi contenute figurano anche la UNI 10355 e la UNI 10351;
- con vari decreti, ultimo dei quali in ordine di tempo il D.M. 15/5/2006 recante "Elenco riepilogativo delle norme armonizzate concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE, relativa ai prodotti da costruzione", sono state recepite diverse norme UNI EN inerenti la marcatura CE dei prodotti da costruzione, ivi compresa la UNI EN 771-1 che riguarda la marcatura CE degli elementi per muratura di laterizio con le conseguenti norme di riferimento correlate, tra cui la UNI EN 1745 per quanto riguarda i parametri termici.

Allo stato, dunque, la UNI EN 1745 è divenuta norma di riferimento recepita dalla legislazione vigente mentre per le norme UNI 10351 e UNI 10355, pur non invalidate, non vige più la cogenza precedente alla emanazione del D.Lgs. 192/2005.

Valori termici di progetto secondo UNI EN 1745

La UNI EN 1745 prevede la possibilità di determinare i valori termici di elementi per muratura e di murature costituite da tali elementi e giunti di malta, tramite una procedura di calcolo ad elementi finiti basata su una modellazione bidimensionale della sezione dell'elemento attraversata dal flusso termico, assumendo ipotesi di calcolo e condizioni ben definite all'interno della norma (cfr. UNI EN 1745:2005, § 4 e Appendice D).

Il Consorzio POROTON® Italia, nell'adottare tale procedura di valutazione, ha fornito i valori termici di riferimento di blocchi e murature come "valori allo stato asciutto", ovvero senza applicazione di fattori di correzione che tengano conto del contenuto di umidità.

Questa scelta è stata operata per i seguenti motivi:

- ai fini della marcatura CE (UNI EN 771-1) è obbligatorio indicare nel cartiglio CE il valore di conducibilità termica equivalente dell'elemento, inteso come $\lambda_{10,secco}$, ovvero allo stato asciutto;
- la scelta di fornire anche per la muratura le prestazioni termiche in assenza di umidità è stata operata da quasi tutti i produttori di elementi per muratura, anche diversi dal laterizio. Pertanto, ai fini di permettere un confronto delle prestazioni, a parità di condizioni, è opportuno disporre di tali valori;
- nella normativa non venivano fornite indicazioni immediate ed univoche circa il contenuto di umidità da considerare ai fini della definizione del coefficiente di correzione dell'umidità appropriato, lasciando di fatto al termotecnico il compito (e l'onere) di valutare le correzioni da apportare.

Coefficienti di correzione dell'umidità (UNI EN ISO 10456:2008)

La UNI EN 1745 (§ 6.3 e altri) fornisce come indicazione generale, qualora non si disponga di dati specifici sul contenuto di umidità e laddove il coefficiente di correzione dell'umidità non venga fornito da specifiche norme nazionali (come era in Italia prima della pubblicazione della UNI EN ISO 10456:2008), di considerare un coefficiente di correzione dell'umidità per tutti i tipi di materiali e geometrie pari al 6% per variazione percentuale di volume dell'umidità (quindi riduzione della resistenza termica del 6% per umidità in volume del 1%, del 9% per umidità in volume del 1,5%, ecc.).

Ai fini della determinazione del coefficiente di correzione per umidità è dunque necessario disporre del dato inerente il contenuto percentuale di umidità in volume da considerare.

Con la pubblicazione, avvenuta nel maggio 2008, della nuova versione della norma UNI EN ISO 10456:2008 viene finalmente definito in modo univoco e certo tale parametro.

La UNI EN 1745 al § 4.3 recita infatti testualmente: "Dai valori λ di base si calcolano i valori R_u o λ_u di progetto utilizzando i coefficienti di conversione dell'umidità indicati nell'appendice A per ciascun tipo di materiale e il contenuto dell'umidità di progetto indicato nelle norme nazionali di un determinato materiale in una applicazione specifica. Il calcolo deve essere effettuato secondo la EN ISO 10456, utilizzando le formule seguenti: ...".

Il calcolo del coefficiente correttivo va dunque svolto con la seguente formula (cfr. UNI EN ISO 10456:2008, § 7.3 e UNI EN 1745, § 4.3):

$$F_m = e^{f_\psi (\psi_2 - \psi_1)} [1]$$

dove:

$$f_\psi = 10 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)}$$

$$\psi_1 = \text{contenuto di umidità allo stato asciutto} = 0 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)}$$

$$\psi_2 = \text{contenuto di umidità in condizioni d'uso (m}^3/\text{m}^3\text{)}$$

Per gli elementi di argilla cotta, il prospetto A.1 dell'appendice A della UNI EN 1745 fornisce il seguente coefficiente di conversione f_ψ : $f_\psi = 10 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)}$. Detto coefficiente di conversione è il medesimo riportato anche nella UNI EN ISO 10456:2008 (cfr. § 8.3, tabella 4) per "argilla cotta".

Per "risolvere" il problema è dunque sufficiente disporre del valore del contenuto di umidità ψ_2 che, prima della pubblicazione della nuova versione della UNI EN ISO 10456, non era facilmente definibile.

La UNI EN ISO 10456:2008 "Materiali e prodotti per l'edilizia. Proprietà igrometriche. Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto" riporta in modo preciso (cfr. § 8.3, tabella 4) per "argilla cotta" i contenuti di umidità di equilibrio ψ_2 per due condizioni di umidità esterna:

$$\psi \text{ (argilla cotta)} = 0,007 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)} \quad \text{con 50\% UR} \quad \text{(valore riferibile a pareti interne)}$$

$$\psi \text{ (argilla cotta)} = 0,012 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)} \quad \text{con 80\% UR} \quad \text{(valore riferibile a pareti esterne)}$$

Facendo riferimento a tali valori si ricavano, applicando la relazione [1], i seguenti coefficienti di correzione, riferiti all'argilla:

$$F_m \text{ (argilla cotta)} = e^{f_\psi (\psi_2 - \psi_1)} = e^{10 (0,007 - 0)} = 1,072 \rightarrow \mathbf{7,2\%}$$

(elementi impiegati in pareti interne)

$$F_m \text{ (argilla cotta)} = e^{f_\psi (\psi_2 - \psi_1)} = e^{10 (0,012 - 0)} = 1,127 \rightarrow \mathbf{12,7\%}$$

(elementi impiegati in pareti esterne)

Tali coefficienti di correzione per umidità, essendo calcolati specificatamente con riferimento alla sola massa argillosa dell'elemento, vanno applicati esclusivamente alla conduttività "λ di base" utilizzata nel calcolo con il metodo degli elementi finiti.

Analogamente deve essere "corretto" anche il valore di conduttività termica della malta impiegata. In questo caso la UNI EN ISO 10456:2008 riporta i seguenti dati:

$$f_\psi \text{ (malta)} = 4 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)}$$

$$\psi \text{ (malta)} = 0,04 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)} \quad \text{con 50\% UR} \quad \text{(valore riferibile a pareti interne)}$$

$$\psi \text{ (malta)} = 0,06 \text{ (m}^3/\text{m}^3\text{)} \quad \text{con 80\% UR} \quad \text{(valore riferibile a pareti esterne)}$$

Da cui discendono i seguenti coefficienti di correzione, riferiti alla malta:

$$F_m \text{ (malta)} \rightarrow \mathbf{17,3\%} \quad \text{(riferibile a pareti interne)}$$

$$F_m \text{ (malta)} \rightarrow \mathbf{27,1\%} \quad \text{(riferibile a pareti esterne)}$$

Criteri di applicazione del coefficiente di correzione per umidità

In relazione a quanto previsto dalla UNI EN 1745 due sono le possibili modalità (alternative tra loro) di applicazione del coefficiente di correzione per umidità:

1. esecuzione del calcolo termico utilizzando il valore "λ di base" dei materiali maggiorati secondo il coefficiente di correzione per umidità (metodo 1);
2. esecuzione del calcolo termico in condizioni "asciutte" ed applicazione al risultato finale del coefficiente di correzione per umidità (metodo 2).

Al fine di comprendere l'influenza delle correzioni sul risultato finale del calcolo termico espresso in condizioni asciutte, sono stati svolti diversi test di calcolo applicando entrambe le metodologie sopra indicate. Si è verificato in particolare che i due metodi di applicazione delle correzioni portano a risultati praticamente identici.

A livello pratico, essendo attualmente disponibili tutti i dati calcolati in "condizioni asciutte" risulta sicuramente di più semplice applicazione la seconda alternativa, che prevede l'applicazione di un coefficiente di correzione dell'umidità per tutti i tipi di materiali e geometrie pari al 6% per variazione percentuale di volume dell'umidità.

Nel caso specifico, assumendo le condizioni più gravose previste dalla UNI EN ISO 10456:2008 [$\psi = 1,2\%$ ($0,012 \text{ m}^3/\text{m}^3$)] ne consegue che **il valore del coefficiente di correzione dell'umidità da applicare per determinare i valori termici di progetto di una muratura POROTON® a partire dai valori calcolati in assenza di umidità, nelle condizioni più gravose e rigorose previste dalle norme, è pari al 7,2%.**

Per pareti interne tale correzione risulta invece pari al 4,2%.

Il suddetto coefficiente correttivo va applicato al valore termico calcolato allo stato asciutto per la parete e va considerato in termini di riduzione della resistenza termica R o di incremento della conducibilità termica equivalente della parete.

Conclusioni

L'analisi attenta delle norme vigenti ha permesso di definire con accuratezza quale debba essere il coefficiente di correzione dell'umidità da applicare per determinare i valori di progetto di una muratura POROTON® a partire dai valori calcolati per la medesima muratura allo stato asciutto.

È bene evidenziare che la percentuale di correzione che si giunge a determinare svolgendo il calcolo analitico (tenendo conto che anche per la malta per muratura va considerato un opportuno coefficiente di correzione per umidità), è pari, nelle condizioni più gravose e rigorose prevedibili, al 7,2% (Metodo 1).

Esso coincide perfettamente con quello che si ricava in forma semplificata adottando il criterio esposto nella UNI EN 1745 e precedentemente richiamato (Metodo 2) di considerare un coefficiente di correzione dell'umidità per tutti i tipi di materiali e geometrie pari al 6% per variazione percentuale di volume dell'umidità (con riferimento al contenuto di umidità in volume $\psi = 0,012 \text{ (m}^3/\text{m}^3)$, corrispondente all'1,2%, definito nelle condizioni più gravose dalla UNI EN ISO 10456:2008, il coefficiente finale di correzione per umidità da applicare risulta infatti: $(1,2 \times 6) = 7,2\%$, congruente con i risultati dei calcoli analitici, a conferma della correttezza delle valutazioni eseguite).

Per eventuali strati aggiuntivi che entrino nella composizione della parete (isolanti in intercapedine, intonaci di vario tipo, rivestimenti a cappotto) la procedura da seguire per la correzione dei rispettivi parametri termici è concettualmente la stessa, considerando i pertinenti coefficienti di correzione suggeriti per i diversi materiali dalle norme prima richiamate.