

Progettare la finestra ai tempi dell'nZEB

Parte 5.

Sergio Pesaresi, ingegnere, logicagotica, docente CasaClima



Il presente è il quinto di una serie di articoli che intendono sviscerare le tematiche legate al Sistema Finestra, assoluto protagonista di quella rivoluzione culturale e tecnica che prende avvio con il concetto di nZEB, concetto virtuoso che diventerà obbligatorio in tutta Italia a partire dal 1 gennaio 2021 (in Emilia Romagna e in Lombardia è già diventato obbligatorio).

*In questo articolo parleremo Caratteristica prestazionale **Trasmittanza termica**, richiesta ai serramenti NZEB, e delle Norme di riferimento, elementi necessari per poter redigere correttamente il capitolato.*

Premessa

Il Sistema Finestra deve rispondere a molti requisiti che intervengono direttamente e con grande rilevanza nella progettazione di un edificio nZEB. La scelta del prodotto-finestra deve obbligatoriamente orientarsi solo verso quei prodotti che possiedono la **marcatura CE** e deve essere guidata dal confronto fra le richieste progettuali dei valori delle caratteristiche prestazionali con quelli riportati sulla **DoP – Dichiarazione di Prestazione**. In altre parole: con la progettazione nZEB vengono definiti i valori dei parametri essenziali necessari ad esempio al fine del rispetto della normativa o per pervenire al risultato previsto, e questi valori

devono essere poi confrontati con quelli riportati nella Dichiarazione di Prestazione, che è l'unico documento sul quale ci si può correttamente e legalmente basare, senza indugiare sui dati riportati sui depliant pubblicitari o su quelli forniti verbalmente dal rivenditore. Nell'articolo precedente abbiamo preso in considerazione le seguenti caratteristiche prestazionali:

LE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI
PERMEABILITA' ALL'ARIA
TENUTA ALL'ACQUA
RESISTENZA AI CARICHI DI VENTO
PROPRIETA' RADIATIVE DELLE VETRATE
PRESENZA DI SOSTANZE PERICOLOSE

Ora prenderemo in considerazione la caratteristica prestazionale **Trasmittanza Termica**.

TRASMITTANZA TERMICA

Definizione di Trasmittanza Termica U di una parete

La trasmittanza termica di una parete U [W/m² K] rappresenta il flusso di calore [W] che la attraversa in un metro quadro di superficie [m²] e per ogni grado Kelvin [K] di differenza tra la temperatura interna e la temperatura esterna. Si assume pari all'inverso della sommatoria delle Resistenze termiche R_{ti} dei singoli strati che compongono la sua stratigrafia, comprese le resistenze liminari interna ed esterna:

$$R_t = R_{si} + \sum_i \frac{s_i}{\lambda_i} + R_{se} \quad [m^2 K/W]$$

Dove R_t = Resistenza termica totale della parete [m² K/W]

R_{si} = Resistenza liminare interna [m² K/W]

i = numero degli strati che compongono la parete

s_i = spessore dello strato i-esimo [m]

λ_i = conduttività dello strato i-esimo [W/m K]

R_{se} = Resistenza liminare esterna [m² K/W]

Pertanto
$$U = \frac{1}{R_t} \quad [W/m^2 K]$$

è la trasmittanza termica della parete .

Definizione di Trasmittanza Termica U_w di un serramento

La trasmittanza termica di un serramento U_w [W/m² K] rappresenta la capacità di lasciar passare il calore attraverso un mq della sua superficie; in questo caso occorre tener conto dell'incidenza specifica di ciascuno dei tre elementi che lo compongono (il vetro, il telaio e il distanziatore) che sono costituiti da materiali e da spessori diversi. E' quindi necessario fare riferimento alla "media pesata" dei tre contributi specifici.

Obbligatoria per

Normativa di legge DM 2/4/98 e D. Lgs. 192/2005 e s.m.i.

Norma di prodotto UNI EN 14351-1

Norma di riferimento

La norma di riferimento è la UNI EN ISO 10077-1 che non fornisce una classificazione ma indica come calcolare:

- il valore della trasmittanza dell'intero serramento U_w
- il valore della trasmittanza specifica del vetro U_g ,
- il valore della trasmittanza specifica del telaio U_f
- il valore della trasmittanza specifica del distanziatore Ψ .

Secondo la norma di riferimento UNI EN ISO 10077-1 Il valore della trasmittanza termica di un serramento U_w può essere ricavato in **tre diversi metodi**:

METODO 1	Calcolo di U_w con METODO TABULARE All.F tab. F.1, F.2, F.3 e F.4 Norma UNI EN ISO 10077-1
METODO 2	Calcolo di U_w con FORMULA Norma UNI EN ISO 10077-1
METODO 3	Calcolo U_w con METODO HOT BOX (camera calda) Norma UNI EN ISO 12567-1 E' il metodo che fornisce i valori di U_w più precisi. La prova si effettua in laboratorio con un campione dell'intero serramento.

METODO 1: CALCOLO DI U_w CON METODO TABULARE (Norma UNI EN ISO 10077-1)

Nell'allegato F della norma UNI EN ISO 10077-1 sono riportate le tabelle F.1, F.2, F.3 e F.4 che permettono di ricavare in maniera immediata il valore della trasmittanza di un serramento in funzione dei valori della trasmittanza termica del vetro U_g , del telaio U_f , del tipo di distanziale (comune o termico) nei casi in cui la superficie del telaio A_f sia rispettivamente pari al 20% o al 30% dell'area dell'intera finestra (foro finestra).

Il valore di U_g con il quale entrare nelle tabelle per poi ricavare il valore U_w si ottiene dalla Tab. C.2 dell'Allegato C della medesima norma UNI EN ISO 10077-1, mentre il valore di U_f può essere ricavato graficamente dall'All. D.

NOTA: ai fini del calcolo del fabbisogno di energia termica per la climatizzazione invernale/estiva, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, la Norma UNI TS 11300-1 consente di utilizzare i valori riportati nel prospetto C1 dell'Allegato C della norma stessa. Tali valori sono gli stessi riportati nella Tab. C.2 dell'Allegato C della norma UNI EN ISO 10077-1.

METODO 2: CALCOLO DI UW CON FORMULA (Norma UNI EN ISO 10077-1)

La formula da utilizzare tiene conto dell'incidenza specifica di ciascuno dei tre elementi che compongono il serramento (il vetro, il telaio e il distanziatore) che sono costituiti da materiali e da spessori diversi.

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + \psi_d L_d}{A_g + A_f}$$

Dove

U _w = trasmittanza termica del serramento	[W/m ² K]
U _g = trasmittanza termica del vetro	[W/m ² K]
U _f = trasmittanza termica del telaio	[W/m ² K]
ψ _d = trasmittanza termica lineare del distanziatore	[W/m K]
A _g = area del vetro	[m ²]
A _f = area del telaio	[m ²]
L _d = lunghezza del distanziatore	[m]

Valore di U_g da inserire nella formula

Il valore di U_g da inserire nella formula può essere ricavato in tre modi:

Modo 1	<p>con la formula</p> $U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum d_j / \lambda_j + \sum R_{sj} + R_{si}}$ <p>dove:</p> <p>R_{se} = resistenza termica liminare esterna λ_j = conducibilità termica strato del vetro j-esimo d_j = spessore dello strato di vetri j-esimo R_{sj} = resistenza termica dell'intercapedine j-esima (16 mm aria = 0,194; 16 mm Argon 0,214) R_{si} = resistenza termica liminare interna</p>
Modo 2	Valore U _g fornito dal produttore del vetro e riportato nella DOP
Modo 3	Valore ricavato dalla Tabella C.2 della Norma UNI EN ISO 10077-1 nota: valore approssimato e cautelativo

Valore di U_f da inserire nella formula

Il valore di U_f da inserire nella formula può essere ricavato in tre modi:

	METODO	esempio: legno tenero
Modo 1	metodo grafico UNI EN ISO 10077-1 All. D nota: Il metodo fornisce valori cautelativi	ca. 1.8
Modo 2	metodo numerico UNI EN ISO 10077-2 All. E E' basato su un calcolo agli elementi finiti con software dedicato e specifico (laboratori, centri di calcolo) es. Winiso, Flixo	ca. 1.5
Modo 3	Metodo della Camera Calda (Hot Box)	ca. 1.3

	<p>UNI EN 12412-2 E' il metodo che fornisce i valori più precisi. La prova si effettua in laboratorio (es. Rosenheim) Il campione del telaio (con elementi isolanti al posto vetro) è inserito in una parete che delimita due camere con diversa temperatura e ventilazione controllata, in modo da assicurare condizioni <i>normalizzate</i> di scambio termico superficiale. Sono applicate delle termocoppie di sensori in grado di rilevare le temperature. E' così possibile calcolare il flusso termico attraverso il campione e quindi la sua trasmittanza.</p>	
--	---	--

NOTA: ai fini del calcolo del fabbisogno di energia termica per la climatizzazione invernale/estiva, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, la Norma UNI TS 11300-1 consente di ricavare i valori di trasmittanza termica dei telai dal prospetto C.2 riportato nell'Allegato C della norma stessa:

MATERIALE	TIPO	Uf [W/m ² K]
poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR >= 5 mm	2.8
pvc – profilo vuoto	con due camere cave	2.2
	con tre camere cave	2.0
legno duro	spessore 70 mm	2.1
legno tenero	spessore 70 cm	1.8
metallo con taglio termico	distanza minima di 20 mm tra sezioni opposte di metallo	2.4

Valore di ψ_d da inserire nella formula

Il valore di ψ_d da inserire nella formula dipende dal tipo di distanziatore, dal tipo di telaio e dal tipo di vetro utilizzati:

1. DISTANZIATORI IN ALLUMINIO O ACCIAIO (UNI EN ISO 10077-1, Allegato E, Tabella E-1)

Tipo di telaio	Trasmittanza termica lineare ψ_d [W/mK]	
	Doppio o triplo vetro senza pellicola con aria o gas	Doppio o triplo vetro basso emissivo con aria o gas
legno o pvc	0.06	0.08
metallico con taglio termico	0.08	0.11
metallico senza taglio termico	0.02	0.05

2. DISTANZIATORI TERMICAMENTE MIGLIORATI (UNI EN ISO 10077-1, Allegato E, Tabella E-2)

Tipo di telaio	Trasmittanza termica lineare ψ_d [W/mK]	
	Doppio o triplo vetro senza pellicola con aria o gas	Doppio o triplo vetro basso emissivo con aria o gas
legno o pvc	0.05	0.06
metallico con taglio termico	0.06	0.08
metallico senza taglio termico	0.01	0.04

METODO 3: CALCOLO DI U_w CON METODO HOT BOX (Norma UNI EN ISO 12567-1)

E' sicuramente il metodo che fornisce i valori di U_w più precisi.

E' il metodo che fornisce i valori più precisi. La prova si effettua in laboratorio con un campione dell'intero serramento. Il campione viene inserito in una parete che delimita due camere con diversa temperatura e con ventilazione controllata in modo da assicurare condizioni *normalizzate* di scambio termico superficiale. Sono applicate delle termocoppie di sensori in grado di rilevare le temperature. E' così possibile calcolare il flusso termico attraverso il campione e quindi la sua trasmittanza.

Conformità ai fini della marcatura CE (UNI EN 14351-1)

Un serramento è da considerarsi conforme ai fini della marcatura CE se

1. la trasmittanza termica U_w su un campione di quel serramento è stata calcolata in accordo con la norma UNI EN ISO 10077-1
2. se le sue dimensioni reali non eccedono di una certa percentuale quelle del campione utilizzato per le prove iniziali.

In particolare all'appendice E la norma dice:

- se il campione ha
larghezza = $1,23 \text{ m} \pm 25\%$
altezza = $1,48 \text{ m} \pm 25\%$
allora è possibile estendere i risultati a tutte le superfici di finestra $\leq 2,3 \text{ m}^2$;
- se il campione ha
larghezza = $1,48 \text{ m} \pm 25\%$
altezza = $2,18 \text{ m} \pm 25\%$
allora è possibile estendere i risultati a tutte le superfici di finestra $> 2,3 \text{ m}^2$.

Progettare nZEB. Valori consigliati $U_w = 1,2 - 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ per case passive.

Nel prossimo articolo parleremo della Posa in opera.