

Lamparelli
window frames

Nozioni tecniche di base sulla classificazione dei serramenti



Infissi e soluzioni per l'abitazione

V.le Europa, 18 - 83034 Casalbore (AV)

Tel/fax +39 0825849292 - mobile +39 3387581191 - roberto.lamparelli@gmail.com - <http://lamparelli.weebly.com>

LA TRASMITTANZA TERMICA DEGLI INFISSI: COS'E' E COME SI CALCOLA

1. La trasmittanza termica U

COS'E'?

La trasmittanza termica U è il flusso di calore medio che passa, per metro quadrato di superficie, attraverso una struttura che delimita due ambienti a temperatura diversa (per esempio un ambiente riscaldato dall'esterno, o da un ambiente non riscaldato).

L'unità di misura della trasmittanza termica è il $W/m^2 K$.

PERCHE' E' IMPORTANTE?

Essendo l'obiettivo del risparmio energetico quello di minimizzare la dispersione di calore, è necessario che gli elementi costituenti l'involucro edilizio abbiano un basso valore di trasmittanza termica, così da ridurre la quantità di calore disperso.

2. La trasmittanza termica Uw dei serramenti

Per **finestre e porte-finestre**, la trasmittanza termica del serramento rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio U_f e di quella della vetrata U_g , più un contributo aggiuntivo, la trasmittanza termica lineare Ψ_g , dovuto all'interazione fra i due componenti e alla presenza del distanziatore, applicato lungo il perimetro visibile della vetrata.

Per altre strutture, tipo **porte e porte blindate**, in genere si calcola la trasmittanza termica come il contributo dell'elemento omogeneo stratificato U_p più un termine di trasmittanza termica lineare Ψ_g che viene applicato alla lunghezza dei ponti termici (per esempio i telai perimetrali metallici o i rinforzi metallici centrali).

Criteri e valori di riferimento per il calcolo della trasmittanza degli infissi

A – Grandezze e relativi valori di riferimento

Forniamo nel seguito, alcune tabelle con indicazioni sulle principali grandezze in gioco con i relativi valori numerici di riferimento.

Tabella 1 - SIMBOLI		
Simbolo	Grandezza	Unità Di Misura
R	Resistenza termica	$m^2 \cdot K / W$
U	Trasmittanza termica	$W / (m^2 \cdot K)$
T	Temperatura	K
A	Area	m^2
<i>l</i>	Lunghezza	m
<i>q</i>	Densità di flusso termico	W / m^2
<i>d</i>	Distanza/Spessore	m
<i>b</i>	Larghezza	m
λ	Conduttività termica	$W / (m \cdot K)$
Ψ	Trasmittanza termica lineare	$W / (m \cdot K)$

Tabella 2 - VALORI DELLA CONDUTTIVITÀ λ DI ALCUNI MATERIALI ED ELEMENTI		
MATERIALE	λ [W / m · K]	λ [Kcal / m · h · °C]
ACCIAIO	50	43
ALLUMINIO	209	180
BRONZO	64	55
LEGNO (ABETE)	0,126	0,1
LEGNO (QUERCIA)	0,18	0,155
LEGNO TRUCIOLATO	0,079	0,068
PVC ANTIURTO	0,162	0,14
POLIURETANO	0,025	0,022
VETRO	1	0,86
ARIA	0,026	0,022
ARGON	0,01772	0,015
KRYPTON	0,00949	0,0082
FERRO	73	63
RAME	386	332
PIOMBO	35	30
STAGNO	64	55
PVC	0,12 - 0,17	1,103 - 0,146

Tabella 3 - TRASMITTANZA TERMICA SOLO DEI TELAI U_f	
MATERIALI DEI TELAI	TRASMITTANZA TERMICA U ($W/m^2 \cdot K$)
LEGNO	1,5 - 1,8
LEGNO (mm 20 - 50)	1,90 - 2,60
ALLUMINIO SENZA TAGLIO TERMICO	5,2 - 7
ALLUMINIO CON TAGLIO TERMICO	2,4 - 3,9
PVC (una camera)	2,8
PVC (2 -3 camere)	2,0 - 2,2
MATERIALI MISTI (ALLUMINIO - LEGNO)	1,7
POLIURETANO con anima di metallo	2,6
POLIURETANO con una camera	2,4

Il coefficiente di trasmissione termica per telai di metallo privi di taglio termico può essere assunto cautelativamente pari a $7,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tabella 4 - TRASMITTANZA TERMICA DEI VETRI U_v								
Tipo	VETRATA			U ($\text{W/m}^2 \text{ K}$)				
	Vetro	Emissività normale	dimensioni in mm	Tipo di gas nell'intercapedine (concentrazione del gas $\geq 90\%$)				
				Aria	Argon	Krypton		
Vetrata semplice	monolitico - non trattato		4	5,8				
	monolitico - non trattato		6 - 8	5,7				
	monolitico - non trattato		10	5,6				
	vetro con trattamento superficiale (medio emissivo)		6 - 8	4,3				
Doppie vetrate	vetro senza trattamento superficiale (vetro normale)		4 - 6 - 4		3,3	3,0	2,8	
			4 - 9 - 4		3	2,8	2,6	
			4 - 12 - 4		2,9	2,7	2,6	
			4 - 15 - 4		2,7	2,6	2,6	
			4 - 20 - 4		2,7	2,6	2,6	
	vetro con trattamento superficiale (medio emissivo)		4 - 6 - 4		2,9	2,6	2,2	
			4 - 9 - 4		2,6	2,3	2,0	
			4 - 12 - 4		2,4	2,1	2,0	
			4 - 15 - 4		2,2	2,0	2,0	
			4 - 20 - 4		2,2	2,0	2,0	
	vetro con trattamento superficiale (basso emissivo)		4 - 6 - 4		2,7	2,3	1,9	
			4 - 9 - 4		2,3	2,0	1,6	
			4 - 12 - 4		1,9	1,7	1,5	
			4 - 15 - 4		1,8	1,6	1,6	
			4 - 20 - 4		1,8	1,7	1,6	
	vetro con trattamento superficiale	$\leq 0,05$		4 - 6 - 4		2,5	2,1	1,5
				4 - 9 - 4		2,0	1,6	1,3
				4 - 12 - 4		1,7	1,3	1,1
				4 - 15 - 4		1,5	1,2	1,1
				4 - 20 - 4		1,5	1,2	1,2
Triple vetrate	vetro senza trattamento superficiale (vetro normale)		4 - 6 - 4 - 6 - 4		2,3	2,1	1,8	
			4 - 9 - 4 - 9 - 4		2,0	1,9	1,7	
			4 - 12 - 4 - 12 - 4		1,9	1,8	1,6	
	vetro con trattamento superficiale (medio emissivo)		4 - 6 - 4 - 6 - 4		2,0	1,7	1,4	
			4 - 9 - 4 - 9 - 4		1,7	1,5	1,2	
			4 - 12 - 4 - 12 - 4		1,5	1,3	1,1	
	vetro con trattamento superficiale (basso emissivo)		4 - 6 - 4 - 6 - 4		1,8	1,5	1,1	
			4 - 9 - 4 - 9 - 4		1,4	1,2	0,9	
			4 - 12 - 4 - 12 - 4		1,2	1,0	0,8	
	vetro con trattamento superficiale	$\leq 0,05$		4 - 6 - 4 - 6 - 4		1,6	1,3	0,9
				4 - 9 - 4 - 9 - 4		1,2	0,9	0,7
				4 - 12 - 4 - 12 - 4		1,0	0,8	0,5

Se si considera la dispersione termica attraverso la lastra singola di vetro abbiamo

- Lastra di spessore 4 mm $U = 5,8 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$
- Lastra di spessore 8 mm $U = 5,7 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$

Si noti come all'aumentare dello spessore del vetro la trasmittanza diminuisca molto lentamente: è evidente, pertanto, come l'utilizzo di vetri doppi o tripli sia intervento di gran lunga preferibile all'aumento dello spessore del vetro stesso.

Tabella 6b - Trasmittanza termica della chiusure trasparenti

Valori limite della trasmittanza termica U dei vetri espressa in $W/m^2 \cdot K$		
Zona Climatica	U ($W/m^2 \cdot K$) Dall' 1 gennaio 2006	U ($W/m^2 \cdot K$) Dall' 1 gennaio 2009
A	5,0	5,0
B	4,0	3,0
C	3,0	2,3
D	2,6	2,1
E	2,4	1,9
F	2,3	1,6

I valori di trasmittanza degli infissi utilizzati, dovranno risultare minori di quelli forniti dal Decreto Legislativo 192/2005 nelle succitate tabelle.

L'individuazione del coefficiente di trasmissione termica dell'infisso è affidato solitamente a prove in laboratorio; in assenza di valori sperimentali il valore di U_w può essere calcolato mediante le formule fornite dalla UNI EN ISO 10077:2002, considerando i materiali dei singoli elementi costituenti la finestra.

I parametri da prendere in considerazione sono i seguenti:

Conducibilità termica λ - La capacità di un corpo a condurre calore, unità di misura $W/(m \cdot K)$ oppure $Kcal/m \cdot h \cdot ^\circ C$
 $h = \text{ora}$ $1 \text{ Watt} = 0,860 \text{ Kcal} / h$ $1 \text{ Kcal} / h = 1,163 \text{ Watt}$

Coefficiente di trasmissione termica della finestra o trasmittanza termica U_w
 Rappresenta il flusso di calore che passa attraverso un m^2 di parete per ogni grado di differenza fra le due superfici; è espresso in
 $U_w = W / (m^2 \cdot K)$ oppure $U = Kcal / m \cdot h \cdot ^\circ C$

La trasmittanza termica di una finestra singola U_w deve essere calcolata utilizzando l'equazione:

$$U_w = \frac{A_v \cdot U_v + A_f \cdot U_f + l_v \cdot \Psi_v}{A_v + A_f} \quad [1]$$

dove:

U_f è la trasmittanza termica del telaio espressa in $W / (m^2 \cdot K)$.

Essa può essere calcolata con le apposite formule fornite nella citata UNI EN ISO 10077-1:2002 o possono essere utilizzati i valori di riferimento proposti nella Tabella 3.

A_f è l'area del telaio espressa in m^2

l_v è il perimetro totale della vetrata espressa in m

Ψ_v è la trasmittanza termica lineare dovuta agli effetti termici combinati della vetrata, del distanziatore e del telaio; in assenza di distanziatore (vetrata singola) tale parametro assume valore zero. In tal caso, pertanto, la formula [1] precedente si trasformerà nella seguente:

$$U_w = \frac{A_v \cdot U_v + A_f \cdot U_f}{A_v + A_f} \quad [2]$$

A_v è l'area della vetrata espressa in m^2

U_v è la trasmittanza termica della vetrata espressa in $W/(m^2 \cdot K)$

La trasmittanza termica della vetrata U_v può essere calcolata con la seguente equazione:

$$U_v = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_j R_{s,j} + R_{si}}$$

dove:

R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna;

λ_j è la conduttività termica del vetro o del materiale dello strato j ;

d_j è lo spessore della lastra di vetro o del materiale dello strato j ;

R_{si} è la resistenza termica superficiale interna.

$R_{s,j}$ è la resistenza termica dell'intercapedine j .

N.B. In mancanza di informazioni specifiche per il vetro deve essere utilizzato il valore $\lambda = 1,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$.

FORMULA PER IL CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

Determinazione numerica della trasmittanza termica complessiva dei serramenti secondo la norma UNI EN ISO 10077/1
Trasmittanza termica di finestre, porte e schermi - Parte 1 Metodo semplificato

La trasmittanza termica U_w dei serramenti oggetto della presente dichiarazione di conformità è stata determinata numericamente secondo la seguente espressione

$$U_w = \frac{(A_G U_G + A_F U_F + L_G \Psi_l)}{(A_G + A_F)} \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

dove:

U_G trasmittanza termica dell'elemento vetrato in $\text{W/m}^2\text{K}$;

U_F trasmittanza termica del telaio metallico in $\text{W/m}^2\text{K}$;

Ψ_l la trasmittanza lineare in W/mK (da considerarsi solo nel caso del vetro camera) dovuta alla presenza del distanziatore posto tra i due vetri, misurata in W/mK .

L_G perimetro della vetrazione in metri

A_G area della vetrazione in m^2 ;

A_F l'area del telaio in m^2 definita come l'area della proiezione della superficie del telaio su un piano parallelo al vetro. Corrisponde all'area più grande tra l'area della superficie frontale interna e l'area della superficie frontale esterna.

Area totale delle vetrazioni	$A_g =$	0.81	mq	dato progettuale
Area del telaio metallico	$A_f =$	0.39	mq	dato progettuale
Perimetro della vetrazione	$L_g =$	3.86	m	dato progettuale
Trasmittanza termica del telaio metallico	$U_f =$	3.70	W/mqK	
Trasmittanza termica della vetrazione	$U_g =$	2.00	W/mqK	
Trasmittanza lineare	$\Psi_l =$	0.06	W/mqK	ricavato dall'Appendice E (prospetto E.1) della norma EN ISO 10077-1]

Pertanto il valore della trasmittanza termica complessiva dei serramenti in oggetto risulta essere:

$$U_w = \frac{(A_G U_G + A_F U_F + L_G \Psi_l)}{(A_G + A_F)} = 2.75 \quad \text{W/mqK}$$

TRASMITTANZA CON OSCURANTI CHIUSI

Determinazione numerica della trasmittanza termica complessiva dei serramenti con schermi chiusi secondo la norma EN ISO 10077/1 *Trasmittanza termica di finestre, porte e schermi - Parte 1 Metodo semplificato*

La trasmittanza termica a schermi chiusi U_{WS} dei serramenti oggetto della presente dichiarazione di conformità è stata determinata numericamente secondo la seguente espressione ipotizzando la presenza di uno schermo (*specificare tipologia e materiale*):

$$U_{WS} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

dove:

U_w trasmittanza termica complessiva del serramento senza schermi di cui all'ALLEGATO
 ΔR resistenza termica addizionale dovuta sia allo strato d'aria racchiuso tra lo schermo e la finestra sia allo schermo stesso. Viene misurata in $\text{m}^2\text{K/W}$;

cliccare due volte sulla tabella per inserire i valori nelle caselle evidenziate

Trasmittanza termica del serramento	$U_w =$	3.70	$\text{W/m}^2\text{K}$	da calcolo secondo UNI EN ISO 10077-1
Resistenza termica addizionale	$\div R =$	0.12	$\text{m}^2\text{K/W}$	ricavato dall'Appendice G (prospetto G.1) della norma EN ISO 10077-1

Pertanto il valore della trasmittanza termica complessiva dei serramenti con schermi chiusi risulta essere:

$$U_{WS} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} = 2.5623269 \quad \text{W/m}^2\text{K}$$

TABELLA VALORI ΔR

Tipo di schermo	Resistenza termica addizionale ΔR		
	Elevata permeabilità all'aria*	Media permeabilità all'aria*	Bassa permeabilità all'aria*
Schermo avvolgibile in alluminio	0,09	0,12	0,15
Schermo avvolgibile in alluminio e plastica senza riempimento di schiuma	0,12	0,16	0,22
Schermo avvolgibile in alluminio e plastica con riempimento di schiuma	0,13	0,19	0,26
Schermo di legno, dai 25 ai 30 mm di spessore	0,14	0,22	0,30
<i>* In assenza di dati sperimentali o di altre valutazioni qualitative, la norma UNI EN ISO 10077-1 fornisce un metodo semplificato di valutazione della permeabilità all'aria degli schermi sulla base delle loro caratteristiche geometriche</i>			

Prospetto 2 - Valori della resistenza termica addizionale ΔR

- Una volta inseriti i parametri indicati, automaticamente la routine di calcolo inserita nella cella calcolerà il valore della trasmittanza termica complessiva del serramento U_{ws} a schermi chiusi esprimendolo in W/m^2K .
- Terminato l' inserimento cliccare con il mouse su una parte qualsiasi all' esterno della tabella, si chiuderà la finestra di Excel e si ritornerà in Word.
- Infine si può procedere alla stampa del documento come di consueto.

Trasmittanza lineare

In assenza di dati sperimentali si può desumere tale valore dalla tabella E.1 dell'Appendice E della norma UNI EN ISO 10077-1 *Trasmittanza termica di finestre, porte e schermi - Parte 1 Metodo semplificato* riportato anche nel Prospetto 1 di questo manuale. Il valore da inserire nella casella deve essere espresso in metri in W/mK.

Materiale del telaio	Vetro doppio o triplo, con vetro senza rivestimento, intercapedine con aria o gas	Vetro doppio con un rivestimento bassoemissivo o triplo con due rivestimenti bassoemissivi, intercapedine con aria o gas
Legno o plastica	0,04 W/mK	0,06 W/mK
Metallo con taglio termico	0,06 W/mK	0,08 W/mK
Metallo senza taglio termico	0 W/mK	0,02 W/mK

Prospetto 1 – Valori della trasmittanza termica lineare Ψ_l

Per esempio, nel caso di serramento metallico a taglio termico e vetro camera costituito da due lastre di vetro semplice Ψ_l può essere posto pari a 0,06 W/m.

- Una volta inseriti i parametri geometrici e termici, automaticamente la routine di calcolo inserita nella cella calcolerà il valore della trasmittanza termica complessiva del serramento U_w esprimendolo in W/m²K.
- Terminato l' inserimento cliccare con il mouse su una parte qualsiasi all' esterno della tabella, si chiuderà la finestra di Excel e si ritornerà in Word.
- Infine si può procedere alla stampa del documento.

RIEPILOGO

3c. Il metodo di calcolo rigoroso della trasmittanza termica U_w

Il calcolo semplificato della trasmittanza termica del componente finestrato U_w composta da un singolo serramento e relativo vetro (o pannello) si esegue con la formula:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_f}$$

dove:

A_g è l'area del vetro;

U_g è il valore di trasmittanza termica riferito all'area centrale della vetrata, e non include l'effetto del distanziatore del vetro lungo il bordo della vetrata stessa;

A_f è l'area del telaio;

U_f è il valore di trasmittanza termica del telaio applicabile in assenza della vetrata;

l_g è la lunghezza del perimetro del vetro;

Ψ_g è il valore di trasmittanza termica lineare concernente la conduzione di calore supplementare che avviene a causa dell'interazione tra telaio, vetri e distanziatore dei vetri in funzione delle proprietà termiche di ognuno di questi componenti e si rileva, secondo quanto precisato nell'Annex E della norma UNI EN ISO 10077-1, preferibilmente con il calcolo numerico eseguito in accordo con la norma ISO 10077-2; quando non siano disponibili i risultati di calcolo dettagliati, ci si può riferire ai prospetti seguenti E.1 ed E.2 i quali indicano i valori Ψ_g di default per le tipiche combinazioni di telai, vetri e distanziatori.

DATI GEOMETRICI

$A_w = b \times h$ area finestra

A_f = area telaio mobile/fisso

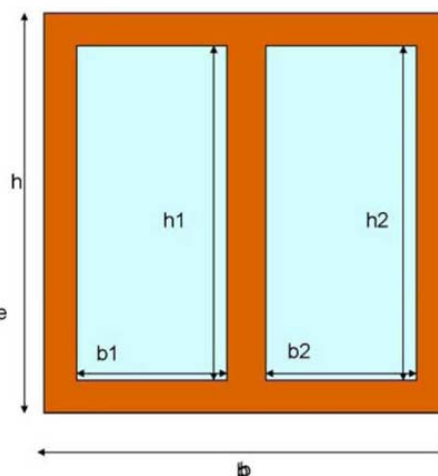
$l_g = 2xb_1 + 2xh_1 + 2xb_2 + 2xh_2$
perimetro visibile delle
vetrazioni

n = numero ante 1 o 2

d = spessore della costruzione

h = altezza

b = base



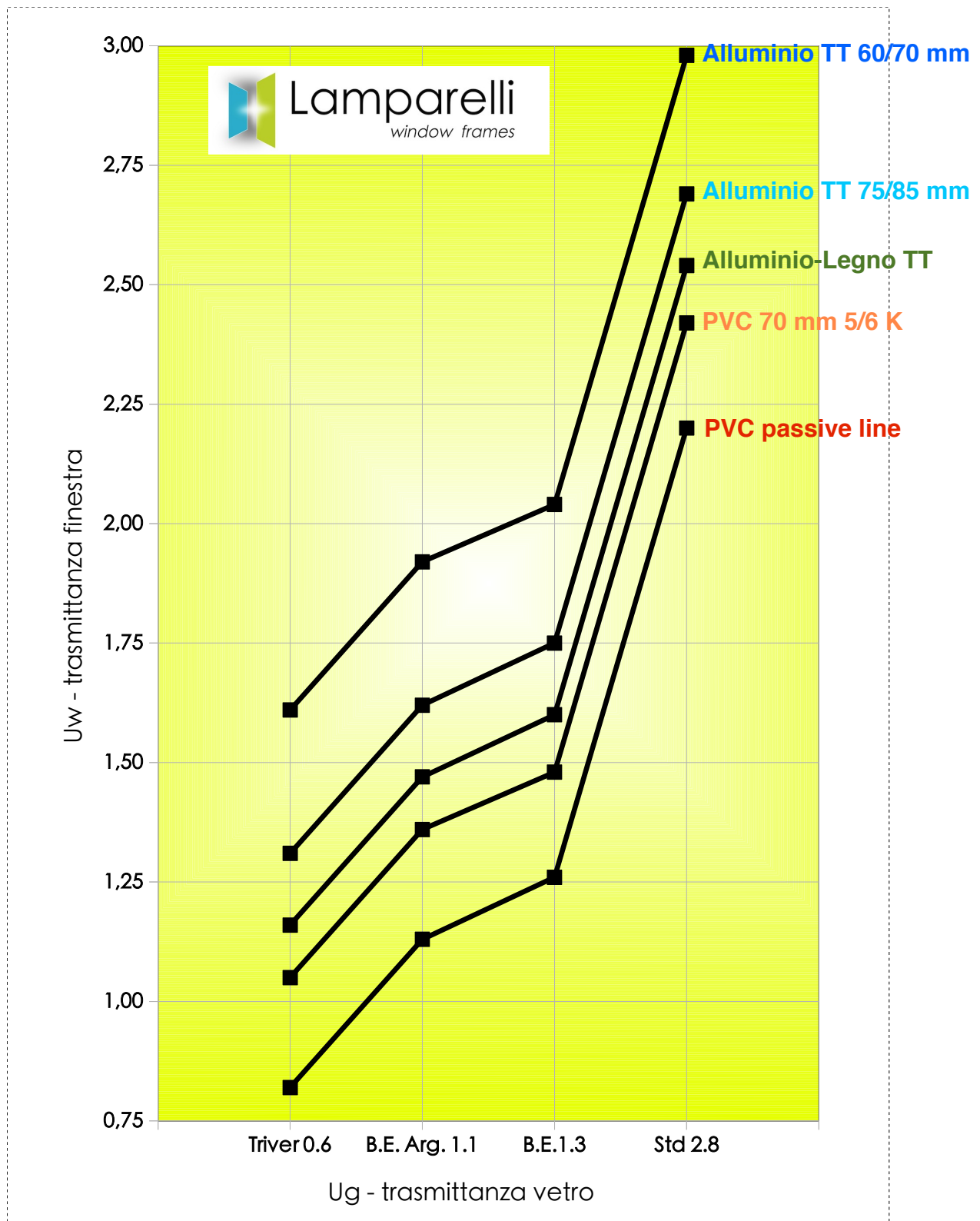
Prospetto E.1: valori della trasmittanza termica lineare Ψ_g per i comuni tipi di distanziatori per vetro in alluminio e in acciaio; in caso di vetro singolo o pannello opaco con conducibilità termica inferiore a 0,5 W/(m.K) l'effetto distanziatore per vetro non c'è, pertanto come indicato al punto 5.1.1 - pag. 6 della norma, il valore Ψ_g è = 0.

	Trasmittanza termica lineare Ψ_g per i differenti tipi di vetro	
Materiale del telaio	Vetro doppio o triplo, vetro senza trattamenti superficiali, intercapedine con aria o gas	Vetro doppio con trattamento superficiale bassoemissivo, vetro triplo con due trattamenti superficiali bassoemissivi, intercapedine con aria o gas
Telaio in legno o pvc	0,06	0,08
Telaio in metallo con taglio termico	0,08	0,11
Telaio in metallo senza taglio termico	0,02	0,05

Prospetto E.2: valori della trasmittanza termica lineare Ψ_g per distanziatori per vetro a prestazioni termiche migliorate.

	Trasmittanza termica lineare Ψ_g per i differenti tipi di vetro	
Materiale del telaio	Vetro doppio o triplo, vetro senza trattamenti superficiali, intercapedine con aria o gas	Vetro doppio con trattamento superficiale bassoemissivo, vetro triplo con due trattamenti superficiali bassoemissivi, intercapedine con aria o gas
Telaio in legno o pvc	0,05	0,06
Telaio in metallo con taglio termico	0,06	0,08
Telaio in metallo senza taglio termico	0,01	0,04

Trasmittanza di una finestra 130x140 in base al materiale ed al vetro impiegati.



Uno schema di riferimento indicativo delle dispersioni in funzione dei diversi tipi di abitazione è riportato in Tav. 4.3.6.C:

A schiera intermedio
32 % Impianto termico
15 % Tetto
15 % Pareti
31 % Finestre
7 % Cantina

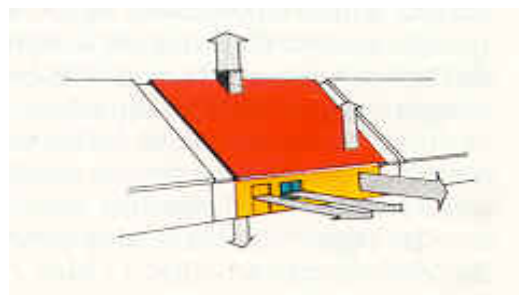
In condominio
32 % Impianto termico
22 % Muri
26 % Soffitto
20 % Vetri

In condominio
32 % Impianto termico
27 % Muri
41 % Vetri e serramenti

A schiera in testata
32 % Impianto termico
11 % Tetto
24 % Pareti
27 % Finestre
6 % Cantina

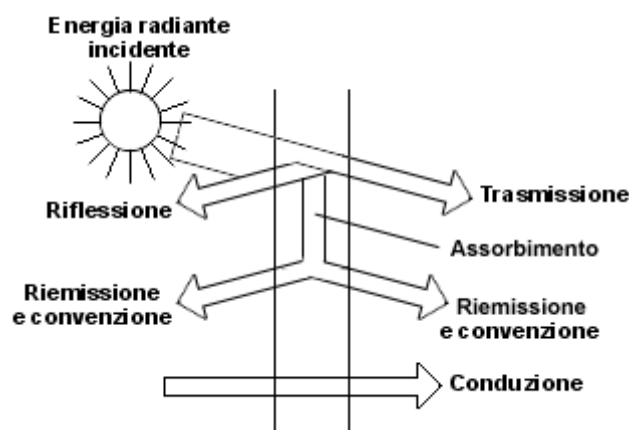
Appartamento in alto

Appartamento in centro



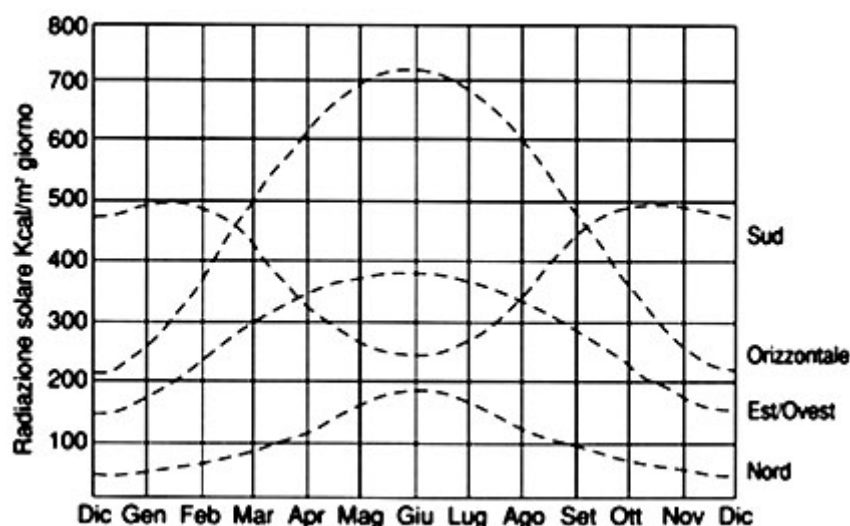
Tav 4.3.6.C - Tipo di abitazione - ripartizione percentuale delle dispersioni

Il serramento si comporta quindi come componente disperdente energia ma in condizioni particolari modifica questo comportamento per divenire un elemento che permette l'ingresso di energia solare. A tale proposito sono stati sviluppati dei procedimenti matematici per rilevare il guadagno termico che si ottiene tramite la finestra; in questi casi però si considera solamente il bilancio termico attraverso la finestra (Tav. 4.3.6.D), senza analizzare a fondo la trasmissione termica nell'interno della stanza e lo stato non stazionario della temperatura provocato dall'irradiazione solare all'interno della stessa.



Tav. 4.3.6.D

Per poter quindi rilevare il bilancio termico di una finestra occorrono però dati precisi sulla temperatura esterna e sull'intensità della radiazione solare. Le variazioni della temperatura esterna sono disponibili in gran numero per varie stagioni in luoghi diversi. Viceversa, per ottenere dati circa l'intensità della radiazione solare, dati differenziati secondo orientamento, stagioni e siti, diventa molto difficile. Soltanto recentemente sono incominciate ad apparire delle pubblicazioni dove vengono riportate informazioni precise sulla quantità di radiazione, sulla probabilità statistica per determinate intensità, inoltre l'effetto di diminuzione di radiazioni solari è dovuto a nuvole, foschia, ma vi sono anche altri elementi oscuranti che possono avere influenza, quali altre costruzioni, proiezioni dell'edificio, ecc. che contribuiscono a ridurre la radiazione: soprattutto nelle città ciò acquista un'importanza notevole. Infatti, proprio nelle città la riduzione dell'irraggiamento solare è più sentita nei mesi invernali in quanto la posizione del sole è relativamente bassa in questo periodo e quindi l'effetto di mascheramento degli edifici è più sentito. Ne consegue che la radiazione solare che colpisce le finestre è una frazione di quella che si avrebbe in condizioni di ambiente non costruito.



Tav. 4.3.6.E

Valori della radiazione solare incidente su superfici esposte alla latitudine di 40°

Comfort igrometrico

Aria ed umidità

L'aria da cui siamo circondati è come già detto costituita da un miscuglio di aria secca e vapore acqueo (più dettagliatamente: azoto 78%, ossigeno 21%, anidride carbonica 0,03% ed altri gas tra cui il vapore acqueo $5 \div 25$ gr/mc). Quest'ultimo si forma a causa dell'evaporazione dell'acqua presente in natura: all'interno dell'abitazione rilevanti quantità di vapore vengono prodotte da piante, attività di cucina, lavaggio e, tramite la respirazione/traspirazione, dagli stessi occupanti.

Il vapore acqueo prodotto viene assorbito dall'aria in quantità dipendenti dalle condizioni ambientali determinandone un aumento del contenuto di umidità. La massima quantità di vapore che l'aria può assorbire è chiamata quantità di saturazione ed è funzione crescente della temperatura a parità di volume.

Se la quantità di vapore acqueo contenuta in un volume di aria satura ad una determinata temperatura aumenta, il vapore condensa passando allo stato liquido.

Definizioni

Umidità assoluta (UA): quantità di vapore acqueo contenuto in un m³ di aria. Si può esprimere in g/m³.

Umidità relativa (UR): rapporto tra umidità assoluta e la quantità di saturazione solitamente espresso in %.

UR = UA/quantità di saturazione

Esempio: In un ambiente vi è una UR = 60%, ciò significa che l'acqua in sospensione in quello spazio e a quella temperatura corrisponde al 60% del massimo quantitativo contenibile, sempre nello stesso spazio e alla stessa temperatura, senza che si verifichi il fenomeno della condensa.

Esempio: In un ambiente alla temperatura di 20° C e UA di 9 g/m³ qual è l'umidità relativa? Per una temperatura dell'aria di 20° C. si ha una quantità di saturazione di 18,5 g/m³.

Temperatura °C	- 20	- 15	- 10	- 5	0	5	10	15	20	25	30
Quantità di saturazione g/m ³	0.8	1.3	2.1	3.2	6.8	6.0	9.7	13.5	18.5	25.1	33.6

Tav. 4.3.5.A

Quantità di saturazione in funzione della temperatura dell'aria

Quindi UR = UA/quantità di saturazione = $9/18,5 = 50\%$ ca.

Saturazione: una massa d'aria, ad una determinata temperatura si dice satura quando contiene la massima quantità di vapore acqueo che può essere presente a quella temperatura (a una data pressione).

Se si aumenta la quantità di vapore acqueo (ad esempio cucinando) o si abbassa la temperatura dell'aria, il vapore condensa e torna allo stato liquido.

Temperatura di rugiada: è la temperatura di saturazione, cioè la temperatura limite al di sotto della quale l'aria umida, raffreddandosi, forma condensa.

Fenomeno della condensa

La formazione di condensa sulla superficie interna di una finestra dipende principalmente da quattro fattori:

- coefficiente di trasmissione termica della finestra;

- umidità relativa dell'aria all'interno del locale;
- temperatura all'interno del locale;
- temperatura dell'aria esterna.

Allo scopo di evidenziare quali tra i locali abitativi sono potenzialmente quelli più esposti al fenomeno della condensa, nella Tav. 4.3.5.B sono indicati i livelli medi di vapore acqueo di norma prodotti nei vari ambienti della casa.

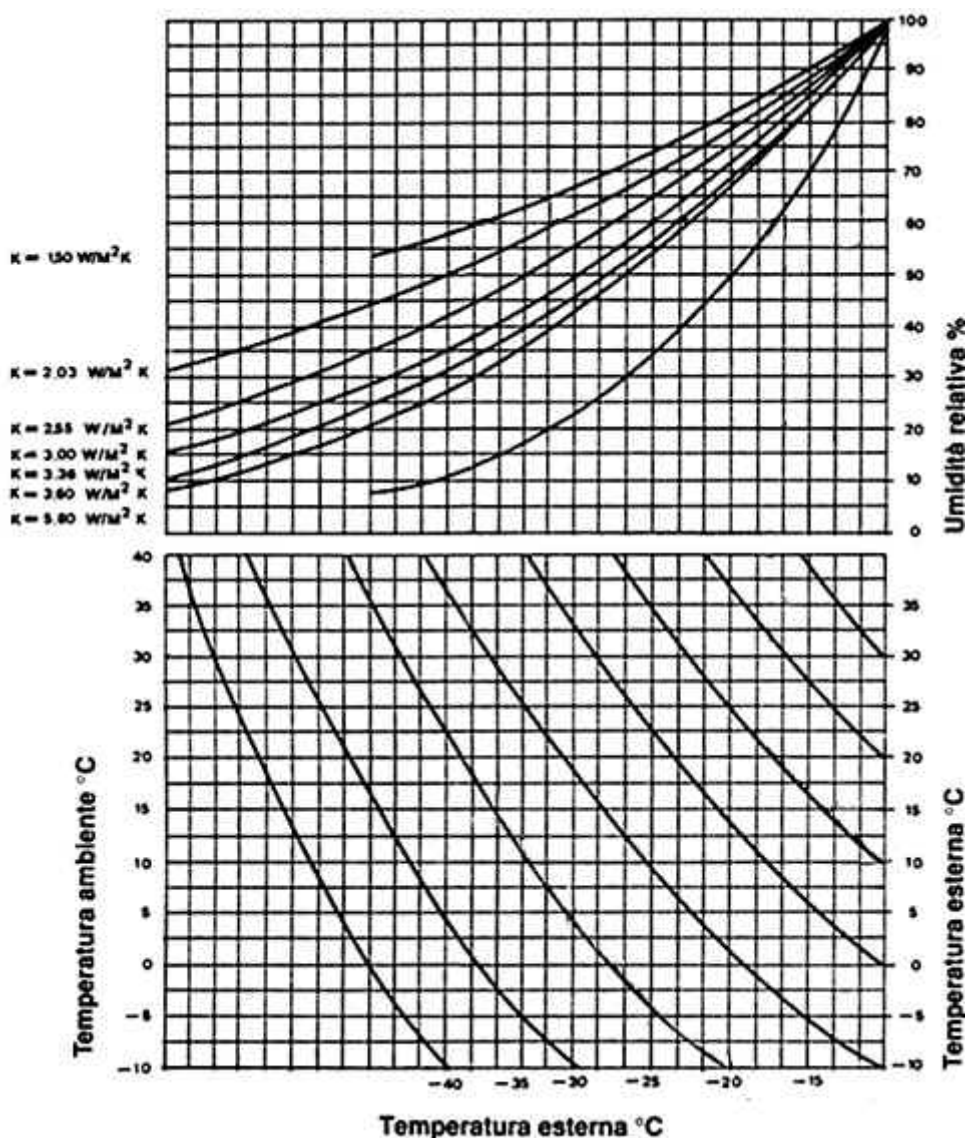
Ambiente	Vapore acqueo prodotto in g/h
Uomo, dormiente o in attività leggera	30-60
Uomo, in attività	100-200
Doccia	2600
Cucina	600-1500
Piante	5-20
Asciugatura del bucato	50-200
Superficie libera di acqua (es: acquario)\	40 per m ²

Tav. 4.3.5.B

Considerando che la temperatura interna di un locale riscaldato non varia sensibilmente durante l'arco della stagione invernale, quanto più la temperatura esterna si abbassa, tanto più in relazione al K caratteristico della parete, si riduce la temperatura della superficie interna del serramento.

Di conseguenza, la differenza fra la temperatura media del locale e quella della superficie interna del serramento aumenta, avvicinandosi alle condizioni di formazione di condensa dell'aria con temperatura uguale a quella della parete interna ed umidità assoluta dell'ambiente.

Utilizzando i diagrammi che riportano i valori tipici dei serramenti e le linee di equilibrio di temperatura ed umidità ambiente (Tav. 4.3.5.C), è possibile effettuare lo studio della formazione di condensa su due serramenti caratterizzati da U differenti (Alluminio $U = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ e PVC $U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$).



Tav. 4.3.5.C - Diagramma del punto di rugiada

Dall'analisi del doppio diagramma relativo ad un ambiente con temperatura media $t_i=20^\circ\text{C}$ ed umidità relativa $UR = 50\%$ come da normativa DIN 4108, si evidenzia che, mentre per il serramento in alluminio la formazione di condensa inizia a manifestarsi alla temperatura esterna di $+4^\circ\text{C}$, per il serramento in PVC tale fenomeno si verifica a -35°C .

Tuttavia, a causa di un certo moto convettivo dell'aria nelle vicinanze di un serramento, l'inizio di formazione della condensa si verifica solo a temperature esterne più basse di quelle teoriche; si valuta questa differenza nell'ordine dei 10°C .

La straordinaria differenza tra i due tipi di serramento dimostra l'eccezionale capacità di un serramento di PVC nel risolvere i problemi legati al fenomeno della condensa in un ambiente abitativo.

CLASSIFICAZIONE DEI SERRAMENTI

1 - Permeabilità all'aria:

Norma di test UNI EN 1026(2001);

Norma di classificazione UNI EN 12207(2000);

Classificazione della permeabilità all'aria basata sulla superficie totale

Classe	Permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa $m^3/h m^2$	Pressione massima di prova Pa
0	Non sottoposto a prova	
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

Classificazione della permeabilità all'aria basata sul perimetro apribile

Classe	Permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa $m^3/h m$	Pressione massima di prova Pa
0	Non sottoposto a prova	
1	12,50	150
2	6,75	300
3	2,25	600
4	0,75	600

Relazione tra la classificazione della permeabilità all'aria basata sulla superficie totale e quella basata sul perimetro apribile

Classificazione della permeabilità all'aria basata sulla superficie totale	Classificazione della permeabilità all'aria basata sul perimetro apribile	Classe finale
1	1	1
2	2	2
2	1	
1	2	
3	1	
1	3	
3	3	3
3	2	
2	3	
4	2	
2	4	
4	4	4
4	3	
3	4	
1	4	Inclassificabile
4	1	

2 - Tenuta all'acqua:

Norma di test UNI EN 1027(2001);

Norma di classificazione UNI EN 12208(2000);

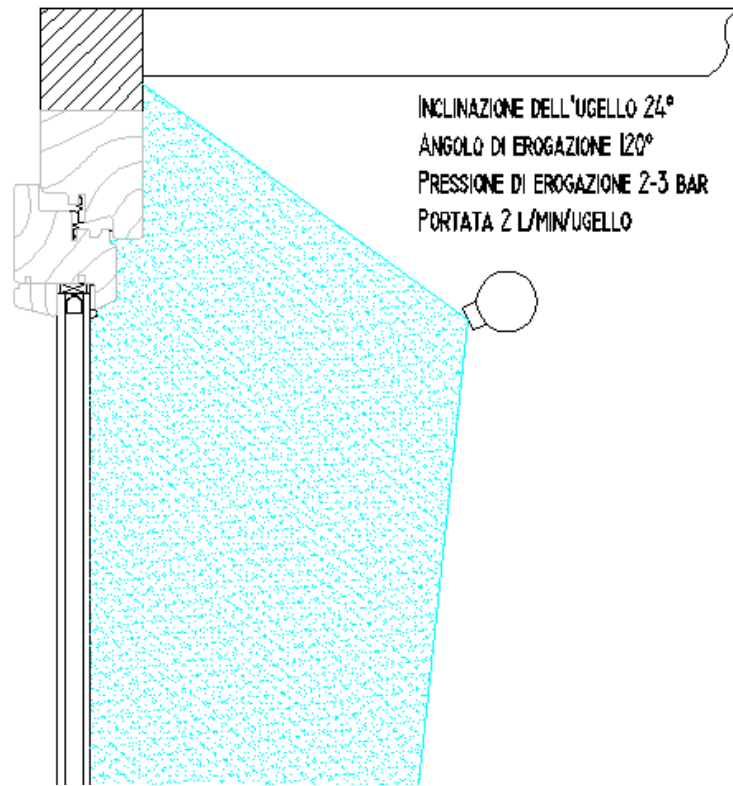
Classificazione della tenuta all'acqua

Pressione di prova P_{max} in Pa ^{a)}	Classificazione		Specifiche
	Metodo di prova A	Metodo di prova B	
-	0	0	Nessun requisito
0	1A	1B	Irrorazione per 15 min
50	2A	2B	Come classe 1 + 5 min
100	3A	3B	Come classe 2 + 5 min
150	4A	4B	Come classe 3 + 5 min
200	5A	5B	Come classe 4 + 5 min
250	6A	6B	Come classe 5 + 5 min
300	7A	7B	Come classe 6 + 5 min
450	8A	-	Come classe 7 + 5 min
600	9A	-	Come classe 8 + 5 min
> 600	E_{xxx}	-	Al di sopra di 600 Pa con cadenza di 150 Pa, la durata di ciascuna fase deve essere di 5 min

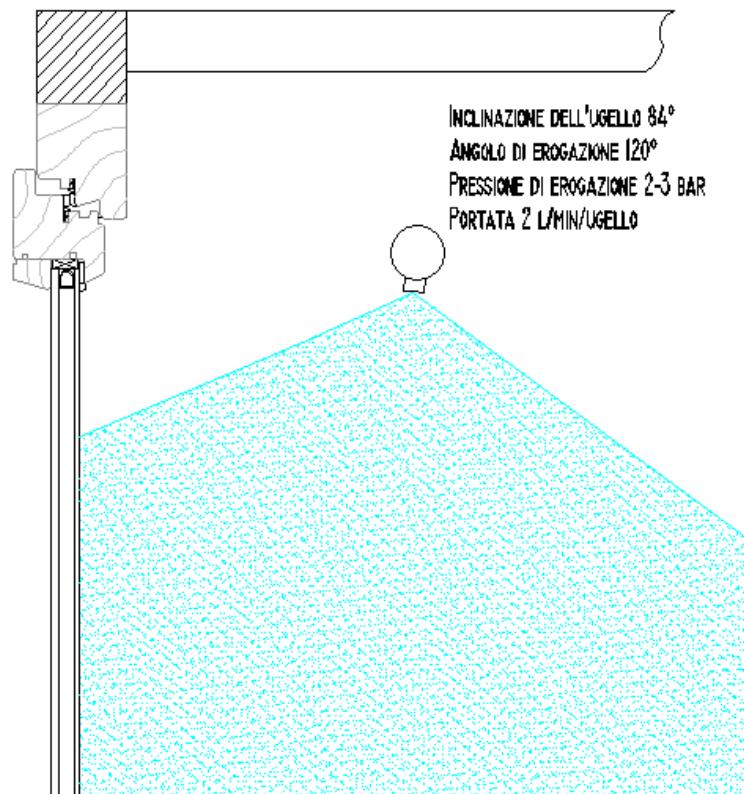
Nota - Il metodo A è adatto per prodotti pienamente esposti.
Il metodo B è adatto per prodotti parzialmente esposti.

^{a)} Dopo 15 min a pressione zero e 5 min alle fasi susseguenti.

Metodo di prova A



Metodo di prova B



3 - Resistenza al carico del vento:

Norma di test UNI EN 12211(2001);

Norma di classificazione UNI EN 12210(2000);

Classificazione del carico del vento

Classe	P1	P2 ^{a)}	P3
0	Non sottoposto a prova		
1	400	200	600
2	800	400	1200
3	1200	600	1800
4	1600	800	2400
5	2000	1000	3000
E _{xxxx} ^{b)}	xxxx		

^{a)} Questa pressione viene ripetuta 50 volte.

^{b)} Il campione sottoposto a prova con un carico del vento superiore a classe 5, vengono classificati E_{xxxx} – dove xxxx è la pressione reale di prova P1 (per esempio 2350 ecc.).

Classificazione della freccia relativa frontale

Classe	Freccia relativa frontale
A	< 1/150
B	< 1/200
C	< 1/300

Classificazione della resistenza al carico del vento

Classe di pressione del vento	Freccia relativa frontale		
	A	B	C
1	A1	B1	C1
2	A2	B2	C2
3	A3	B3	C3
4	A4	B4	C4
5	A5	B5	C5
E _{xxx}	AE _{xxx}	BE _{xxx}	CE _{xxx}

Nella classificazione della resistenza al vento la cifra si riferisce alla classe di carico del vento e la lettera si riferisce alla freccia relativa frontale

4 - Relazione tra la velocità del vento in km/h e pressione in Pascal:

Scala dei venti in gradi Beaufort	Situazione	Effetti del vento	km/h	Pascal
0	Calma	Bonaccia, il fumo sale verticalmente	0	-
1	Bava di vento	La direzione del vento è indicata dal fumo ma non dalla banderuola	5	-
2	Brezza leggera	Si sente il vento in faccia e la banderuola si muove	11	-
3	Brezza tesa	Le foglie ed i piccoli rami si muovono	19	-
4	Vento moderato	Si sollevano carta e polvere, si muovono i rami più sottili	30	42
5	Vento teso	Incominciano ad oscillare i piccoli alberi	35	58
6	Vento fresco	Si muovono i grossi rami, è difficile usare l'ombrello	45	93
7	Vento forte	Si muovono i grossi alberi, difficoltà a camminare controvento	55	142
8	Burrasca	Si rompono i rami degli alberi, è molto difficile camminare all'aperto	65	200
-	-	-	75	265
9	Burrasca forte	Cadono le tegole dai tetti	80	304
10	Tempesta	Sradicamento di alberi	95	426
11	Tempesta violenta	Danni gravi ai fabbricati	110	563
12	Uragano	Danni ingentissimi	120	676
-	-	-	150	1058
-	-	-	160	1200
-	-	-	175	1450
-	-	-	185	1617
-	-	-	195	1803
-	-	-	210	2080
-	-	-	230	2510
-	-	-	250	2950



NOZIONI DI ACUSTICA :

I fenomeni acustici si possono definire come un sottoinsieme di fenomeni oscillatori che si propagano in un mezzo elastico, l'aria. Il suono è una estensione dell'energia meccanica che si propaga con un meccanismo ondulatorio, simile a quello che si può osservare sulla superficie dell'acqua quando, ad esempio, se vi si lancia un sasso. Gli anelli concentrici sono definite in fisica onde elastiche tramite esse si propaga energia meccanica. Affinchè il fenomeno si verifichi sono necessari una stazione emittente, un mezzo attraverso il quale l'energia si possa propagare (aria, acqua, etc) con moto ondulatorio, e una stazione ricevente in grado di ricevere il suono. In particolare i suoni sono oscillazioni elastiche che hanno una frequenza compresa tra i 16 Hz e 20000 Hz capaci di generare una sensazione uditiva nell'uomo. La propagazione del suono può avvenire, oltre che negli gas aeriformi, anche nei solidi e nei liquidi. La velocità delle onde sonore dipende dal mezzo in cui esse si propagano: nell'aria tale velocità è di 341 m/s ma in alcuni solidi raggiunge i 5000m/s.

Il decibel (dB)

Per misurare il livello percepibile dall'orecchio umano si ricorre ad una grandezza chiamata decibel (dB) che rappresenta quella sollecitazione sonora esercitata dai suoni sul timpano, capace di suscitare in noi una sensazione acustica, i cui valori vanno dal suono appena percepibile, sino a quello la cui intensità può provocare dolore.

Ricordatevi che è corretto proteggersi là dove sia necessario, ma che è inutilmente costoso andare alla ricerca di prestazioni di cui mai avrete bisogno. Le prestazioni hanno un costo esponenziale in termini di isolamento acustico, per cui sovraddimensionare da luogo a costi molto alti a fronte di miglioramenti impercettibili.

Il Potere fono-isolante degli infissi Classificazione e scelta dei serramenti in funzione delle prestazioni acustiche. Il potere fonoisolante di un serramento esterno dipende dal tipo e dallo spessore del vetro, dal telaio e dalle modalità di connessione (giunti tra vetro e telaio e giunti tra telaio e muro). Possiamo dire quindi che una corretta posa in opera contribuisce all'aumento dell'abbattimento acustico e quindi determina un alto potere fono-isolante.

Il potere fonoisolante degli infissi può essere ricavato in modo sperimentale con le prove di laboratorio prescritte nella norma UNI 8270/3 (acustica - misura dell'isolamento acustico di edifici e elementi di edifici: misura in laboratorio del potere fonoisolante di elementi di edifici che coincide con la ISO 140/3). Si può anche ricorrere ad un semplice metodo che prevede l'uso di una tabella, in base al potere fonoisolante del vetro e alla permeabilità all'aria del serramento.

Metodo di calcolo: Una volta determinato l'indice di valutazione del potere fonoisolante del vetro (desunto dai dati tecnici del produttore), si può procedere alla valutazione di quello dell'intero serramento con un metodo che tiene conto della permeabilità all'aria dei giunti; a tal proposito la norma UNI 7979 (Serramenti esterni verticali. Classificazione in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento) definisce tre classi di permeabilità all'aria A1, A2, A3. In base alla classe di appartenenza dell'infisso vanno effettuate delle correzioni al potere fonoisolante del vetro sottraendo i valori di DRw riportati in tabella.

esempio: prendiamo il caso specifico di un serramento che si trovi in classe di permeabilità all'aria A3. La tabella prevede in questo caso una riduzione del potere fonoisolante di 2 dB.

Nel caso avessimo previsto l'utilizzo di una vetratura che il produttore ci garantisce con potere fonoisolante di 32 dB, dovremmo sottrarre a tale valore 2 dB e otterremo un valore fonoisolante del componente finestrato di 30 dB

E' importante capire che il comportamento del serramento in opera è influenzato da una serie di fattori variabili che non è possibile definire a priori quali l'altezza dal suolo, l'orientamento rispetto alle sorgenti sonore, la conformazione dell'ambiente esterno etc. Tali fattori possono dare luogo a campi sonori diffusi o agenti in una sola direzione e determinare prestazioni in opera differenti per uno stesso serramento.

Il fonoisolamento è direttamente proporzionale alla massa per unità di area (Kg/mq). Ricordiamo che il vetro ha un peso di 2,5 Kg/mq per mm di spessore. I profili di alluminio (peso specifico dell'alluminio 2,7 Kg/dm³), hanno un peso a mq di superficie frontale esterna superiore a quella della lastra di vetro: per esempio i profili di una sezione di 50 mm hanno un peso a mq di superficie frontale esterna di 23-25 kg/mq in funzione del tipo di apertura, mentre in un profilato a taglio termico (telaio fisso, mobile e fermavetro) di 70 mm, il peso risulta di 32-36 kg/mq. Quindi per il telaio il problema maggiore è quello di garantire la tenuta all'aria nel tempo, per poter di conseguenza garantire la buona prestazione fonoisolante che offre l'alluminio.

E' quindi evidente che una corretta posa in opera che assicuri una perfetta tenuta all'aria contribuisce non indifferentemente sulla valutazione del potere fonoisolante.

Gli infissi di peso elevato e i materiali con peso specifico alto, danno buone prestazioni di isolamento acustico, maggiore è la massa, più alto sarà, l'isolamento. Per questa ragione i serramenti metallici sono ottimi per il rumore.

Classificazione e scelta dei serramenti in funzione delle prestazioni acustiche

Relativamente ai serramenti esterni, la norma UNI 8204 (serramenti esterni - Classificazione in base alle prestazioni acustiche) riporta nel grafico seguente tre curve limite. Le curve definiscono tre livelli di qualità crescente, le zone R1-R2-R3, caratterizzati dai seguenti valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante:

Classe R1: $20 < R_w < 27$ dB

Classe R2: $27 < R_w < 35$ dB

Classe R3: $R_w > 35$ dB

La scelta del serramento va correlata alla destinazione d'uso del locale nel quale l'infisso deve essere inserito e al livello di rumore esterno. La UNI 8204 riporta la seguente classificazione per alcuni tipi di locale in base al livello di tollerabilità:

Tipo1: camere di ospedale, sala conferenze, biblioteche, abitazioni zone rurali 30 dB

Tipo2: abitazioni zone urbane 35dB

Tipo3: aule scolastiche 45 dB

La classificazione del territorio si ha:

Zona 1 : $Leq < 65$ dB

Zona 2 : $65 < Leq < 70$ dB

Zona 3 : $70 < Leq < 75$ dB

Zona 4 : $Leq > 75$ dB

I Valori dei livelli di rumore

Sotto di 1 dB non si ha sensazione acustica

Voce sussurrata	4-5 dB
Aula scolastica	30-40 dB
Traffico stradale	70-80 dB
Interno discoteca	80-90 dB
Tromba di automobile	105-120 dB
Motore di aereo	120-130 dB

Ultimo aggiornamento (Sunday, 19 November 2006 22:51)



5 - Resistenza all'effrazione:

Norme di test UNI EN 1628(2011), UNI EN 1629(2011) e UNI EN 1630(2011);
Norma di classificazione UNI EN 1627(2011);

Classi di resistenza (scelta ed uso):

Classe di resistenza	Metodi previsti di effrazione
1	Lo scassinatore occasionale tenta di forzare la finestra, porta o chiusura oscurante usando piccoli attrezzi e la forza fisica (ad es. con calci, spallate, strappi o sollevando oggetti). Generalmente non conosce la resistenza del prodotto, è molto attento ai tempi, sensibile ai rumori e non è disposto a correre rischi elevati.
2	Lo scassinatore occasionale può anche cercare di forzare la finestra, porta o chiusura oscurante con attrezzi rudimentali come cacciaviti, tenaglie o cunei. Ha conoscenze minime sulla resistenza del prodotto, è molto attento ai tempi, sensibile ai rumori e non è disposto a correre rischi elevati. Non usa utensili di perforazione meccanici.
3	Lo scassinatore tenta di entrare usando un piede di porco e contestualmente un cacciavite, utensili manuali e strumenti di perforazione meccanici che gli possono permettere di danneggiare i dispositivi di chiusura più fragili. Possiede conoscenze di massima sulla resistenza del prodotto ed è attento ai tempi e sensibile ai rumori. E' disposto a correre rischi di media entità.
4	Lo scassinatore esperto usa inoltre martelli, accette, scalpelli e trapani portatili a batterie, che gli concedono svariate modalità di effrazione. Il rischio che è disposto a correre è più elevato, pertanto eventuali rumori lo distolgono più difficilmente.
5	Lo scassinatore esperto usa in aggiunta attrezzi elettrici, per esempio trapani, seghe a sciabola e mole ad angolo con un disco massimo di 125 mm di diametro, i quali aumentano ulteriormente le possibilità di effrazione. E' motivato e discretamente organizzato, ed è minimamente sensibile ai rumori poiché è disposto a sostenere rischi notevoli.
6	Lo scassinatore esperto usa ulteriori attrezzi elettrici, di maggiore potenza, per esempio trapani, seghe a sciabola e mole ad angolo con un disco massimo di 230 mm di diametro, ossia strumenti con un alto livello di efficacia anche se usati da un singolo. E' molto organizzato, molto motivato, per niente preoccupato dai rumori e disposto a correre rischi elevati.

Sequenza di prova:

- 1- Prova di effrazione con carico statico UNI EN 1628;
- 2- Prova di effrazione con carico dinamico (per le classi 1, 2 e 3) UNI EN 1629;
- 3- Prova di effrazione manuale (per le classi 2, 3, 4, 5 e 6) UNI EN 1630.

Classificazione richiesta per il vetro utilizzato nei campioni in prova:

Classi di resistenza previste per finestre, porte, chiusure oscuranti in conformità alla norma UNI EN 1627	Classe di resistenza delle vetrate in conformità alla norma UNI EN 356
RC 1 N	Nessun requisito *
RC 2 N	Nessun requisito *
RC 2	P4 A
RC 3	P5 A
RC 4	P6 B
RC 5	P7 B
RC 6	P8 B

* In queste classi di resistenza, possono essere seguite le disposizioni nazionali

Classificazione della resistenza all'azione manuale di effrazione:

Classe di resistenza	Attrezzo	Tempo di resistenza min	Tempo totale massimo di prova min
1	A1		
2	A2	3	15
3	A3	5	20
4	A4	10	30
5	A5	15	40
6	A6	20	50

Non si deve creare un'apertura accessibile entro i tempi sopra riportati

6 – Proprietà meccaniche delle finestre:

Norme di test UNI EN 12046-1(2005) - UNI EN 14608(2004) – UNI EN 14609(2004);

Norma di classificazione UNI EN 13115(2002);

Classificazione delle forze di manovra

Prova	Resistenza alle forze di azionamento	Classe 0	Classe 1	Classe 2
3	a) Battente o saliscendi	-	100 N	30 N
	b) Accessori			
	1) Impugnatura delle leve (comando manuale)	-	100 N o 10 Nm	30 N o 5 Nm
	2) Comando digitale	-	50 N o 5 Nm	20 N o 2 Nm

Classificazione per carico verticale e torsione statica

Prova	Resistenza a:	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
1	Carico verticale	-	200 N	400 N	600 N	800 N
2	Torsione statica	-	200 N	250 N	300 N	350 N

- Le finestre incernierate o impernierate devono essere sottoposte alle prove 1,2 e 3.
- Le finestre scorrevoli devono essere sottoposte alle prove 1 e 3.
- I saliscendi/battenti secondari, aperti solo per finalità di pulizia, devono essere sottoposti a prova di 100 N solo per la prova 1 nel caso di saliscendi scorrevoli e alle prove 1 e 2 nel caso di battenti di anta.

7 – Proprietà meccaniche delle porte:

Norme di test UNI EN 947(2000) – UNI EN 948(2000) UNI EN 949(2000) – UNI EN 950(2000);

Norma di classificazione UNI EN 1192(2000);

Scelta delle classi e categorie d'uso (*informativa*)

Classe	Categoria d'uso	Descrizioni
1-2	Uso da frequente a intermedio	Uso con bassa frequenza e con cura, per esempio da parte dei proprietari di abitazioni private con poca probabilità di incidenti o uso scorretto
2-3	Uso da medio a frequente	Uso con media frequenza e principalmente con cura, alcune probabilità di incidenti o uso scorretto
3-4	Uso da frequente a molto frequente	Elevata frequenza d'uso senza cura, elevata probabilità di incidenti o di uso scorretto
4	Uso molto frequente	Soggette ad uso molto frequente e violento

Classificazione e valori dei carichi/energia da applicare

Prova	Resistenza a:	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
1	Carico verticale [N]	400	600	800	1000
2	Torsione statica [N]	200	250	300	350
3	Urto di corpo molle e pesante [J]	30	60	120	180
4	Urto di corpo duro [J]	1,5	3	5	8

- Le porte incernierate o imperniate devono essere sottoposte alle prove 1, 2, 3 e 4;
- Le porte scorrevoli devono essere sottoposte solo alle prove 3 e 4.

8 – Forze di manovra delle porte:

Norme di test UNI EN 12046-2(2002);

Norma di classificazione UNI EN 12217(2005);

Parametri	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Forza di chiusura [N]	-	75	50	25	10
Forza per iniziare il moto [N]					
Ferramenta azionata con la mano:					
- Momento massimo [N·m]	-	10	5	2,5	1
- Forza massima [N]	-	100	50	25	10
Ferramenta azionata con le dita:					
- Momento massimo [N·m]	-	5	2,5	1,5	1
- Forza massima [N]	-	20	10	6	4

9 – Resistenza all'apertura e chiusura ripetuta per porte e finestre:

Norma di test UNI EN 1191(2002)

Norma di classificazione UNI EN 12400(2004)

Classi prestazionali in relazione alle condizioni di utilizzo (*informativa*)

Classi di finestre

Classe	Utilizzo
1	Leggero
2	Moderato
3	pesante

Classi di porte

Classe	Utilizzo
1	Occasionale
2	Leggero
3	Infrequente
4	Moderato
5	Normale
6	Frequente
7	Pesante
8	severo

Classificazione

Classe	Numero di cicli	Prodotto
0	-	Finestre e porte
1	5000	
2	10000	
3	20000	
4	50000	Solo porte
5	100000	
6	200000	
7	500000	
8	1000000	



COSTRUIRE SERRAMENTI IN PVC

CHE COSA CAMBIA CON LA NUOVA NORMA EUROPEA

PER PROFILI IN PVC UNI EN 12608

La norma europea rivolta alla definizione delle caratteristiche dei profili in PVC per finestre rappresenta uno strumento importante ed impegnativo per le aziende del settore. Molte norme sono state emesse e molte lo saranno in futuro a favore del serramento considerato come componente e come manufatto. La finestra rappresenta anche l'insieme delle varie parti che vengono assemblate in modo idoneo per ottenere il componente che possa presentare le migliori caratteristiche e prestazioni.

Il serramento in PVC è realizzato mediante profili, tagliati a 45° per essere termosaldati nei quattro angoli in modo da costituire il telaio fisso ed il telaio mobile. I profili vengono prodotti mediante un processo di costruzione e successiva calibrazione per mantenere il più possibile esatte le dimensioni dello stesso.

I profili in PVC vengono sottoposti, nel nostro Paese ormai da alcuni decenni, a prove e verifiche per testare la qualità ed evidenziare le caratteristiche comportamentali.

La norma UNI 8648 rappresentava il riferimento più importante per il costruttore di profili. Esiste oggi in vigore un marchio di qualificazione emesso dall'I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici), sulla base dei requisiti che la nuova norma europea EN 12608 impone. Inoltre, forse unico esempio in Italia, un semilavorato viene sottoposto a prove in funzione del suo utilizzo finale ed in base alle tipologie del serramento che permette di realizzare.

La nuova norma europea ha sostituito in pratica la 8648 in modo da rivoluzionare tutta la filosofia di approccio ed anche i risultati finali. Non è possibile realizzare un confronto diretto fra le due norme in quanto le differenze sono sostanziali, è possibile effettuare invece un'analisi ragionata dei contenuti evidenziando due peculiarità:

- ✓ la 8648 era una norma di impostazione classica in cui si ricercavano le caratteristiche del profilo in PVC mediante prove riferite alle materie plastiche realizzando una classificazione in base ad una serie di risultati ottenuti;
- ✓ la norma europea EN 12608 è impostata sulle prestazioni del profilo per realizzare serramenti in differenti situazioni di impiego finale. La classificazione è inoltre composta in sottoclassi.

La norma europea ha assorbito molto delle procedure consolidate a livello nazionale, filtrando quanto i vari paesi della comunità europea hanno sperimentato e verificato.

La norma europea si presenta quindi come un lungo processo di mediazione fra gli stati membri, fra le relative norme, fra gli istituti di prova e fra le aziende produttrici.

Affermare che sia migliore la 8648 o la EN 12608 non è assolutamente possibile, certamente sono due strumenti molto diversi ed il passaggio creerà un inevitabile impatto sul progettista e sull'utente finale.

EN 12608

Titolo: Profili di PVC non plastificato per la realizzazione di finestre e porte. Classificazione, caratteristiche e metodi di prova.

Scopo: definire le classi, le caratteristiche ed i metodi di prova per profili in PVC adatti a costruire finestre e porte. La norma si applica solo a profili di calore $L \geq 82$ (colori bianchi e assimilabili).

I profili che soddisfano la norma sono in grado di soddisfare alle esigenze finali e di realizzare finestre e porte che durano nel tempo considerando i fattori variabili quali le condizioni climatiche, la progettazione, i metodi di fabbricazione e le prestazioni finali a lungo termine.

- Definizioni:**
- 1) **DURABILITA'**. Capacità del profilo a mantenere in modo soddisfacente le caratteristiche di finestre e porte per una durata di utilizzo che sia economicamente ragionevole rapportata all'installazione in un edificio. Il concetto di durata di utilizzo del prodotto non deve essere interpretato come forma di garanzia da parte del produttore ma significa che il componente è in grado di garantire le aspettative prestazionali in base alle sollecitazioni a cui sarà sottoposto.
 - 2) **PROFILO**. Manufatto realizzato per estrusione con due sottoinsiemi: profilo principale (chi sopporta i carichi agenti), profilo ausiliario. Vengono definite le caratteristiche geometriche del profilo con spessore delle pareti, spessore ed altezza totale, superfici esposte alla vista.
 - 3) **MATERIALE**. PVC in polvere od in granuli con una determinata formulazione per produrre profili. Vengono definiti i seguenti tipi:
 - ✓ materiale vergine: materiale con mescola definita senza aggiunta di prodotti di riciclo;
 - ✓ materiale di scarto da processo di estrusione riutilizzabile direttamente presso la propria sede senza contaminanti esterni;
 - ✓ materiale di scarto proveniente da altre sedi
 - TIPO ERM_a: materiale senza contaminazioni proveniente da finestre o profili mai utilizzati;
 - TIPO ERM_b: materiale PVC rigido proveniente da diversi settori mai utilizzati
 - ✓ materiale riciclabile

TIPO RM_a: materiale costituito da profili finestra utilizzati senza contaminazioni;
 TIPO RM_b: materiale PVC rigido dopo l'uso proveniente da diversi settori.

CLASSIFICAZIONI

1. Secondo le zone climatiche

CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE CLIMATICHE IN EUROPA

	Clima moderato M	Clima rigido S
Energia solare totale annua su superficie orizzontale	< 5 GJ/m ² e	≥ 5 GJ/m ² o
Media della temperatura massima Giornaliera del mese più caldo dell'anno	< 22 °C	≥ 22 °C

Zona M = Clima moderato quando energia solare è < 5 GJ/m² e la media temperatura del mese più caldo è ≥ 22 °C

Zona S = Clima severo per condizioni maggiori delle precedenti.
 Un profilo classificato "S" può essere utilizzato in zone "M"

2. Secondo resistenza all'impatto

CLASSIFICAZIONE DEI PRINCIPALI PROFILI SECONDO LA MASSA CADENTE A – 10 °C

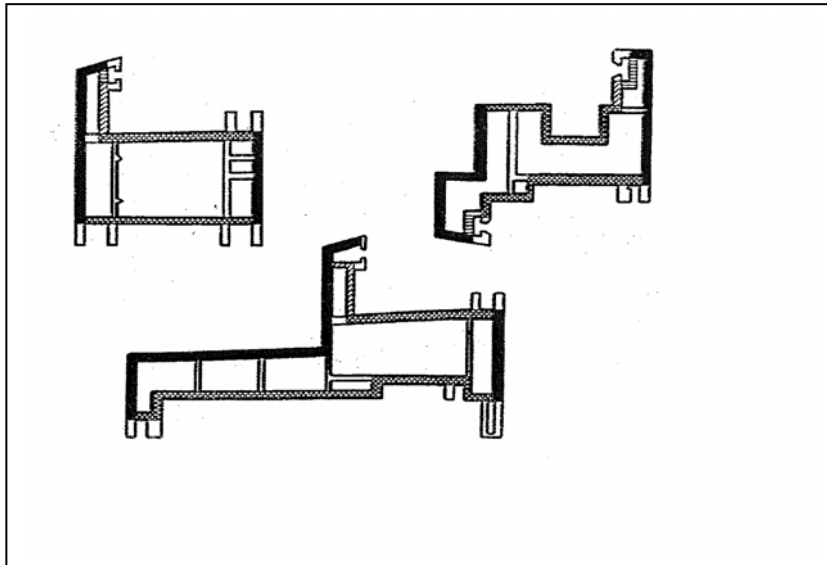
	Classe I	Classe II
Massa cadente (g)	1000	1000
Peso della massa (mm)	1000	1500

Per profili principali a temperatura di – 10 °C

TOLLERANZA DELLE DIMENSIONI ESTERNE

Dimensioni esterne	Tolleranza
Larghezza (D) ≤ 80	± 0,3
≥ 80	± 0,5

Dimensioni esterne (W) ± 0,5



LEGENDA

Tipo di muro	Designazione	Classe A	Classe B	Classe C
	Superficie visibile	≥ 2,8 mm	≥ 2,5 mm	Nessun requisito
	Superficie non visibile (integrità strutturale del profilo)	≥ 2,5 mm	≥ 2,0 mm	Nessun requisito
		≥ 2,3 mm	≥ 2,0 mm	Nessun requisito
		≥ 1,2 mm	≥ 2,0 mm	Nessun requisito
		Nessun requisito	Nessun requisito	Nessun requisito

3. Secondo lo spessore della parete del profilo principale

CLASSIFICAZIONE DELLO SPESSORE DELLA PARETE

	Classe A	Classe B	Classe C
Superficie visibile	≥ 2,8	≥ 2,5	Nessun requisito
Superficie non visibile	≥ 2,5	≥ 2,0	Nessun requisito

CARATTERISTICHE

1. Materiale. Può essere utilizzato materiale vergine al 100% oppure utilizzando materiale di riciclo con le seguenti condizioni:

per ERM_a : il materiale di riciclo deve essere protetto da uno spessore di materiale vergine pari a 0,5 mm

per ERM_b : non può essere utilizzato

per RM_a : può essere usato dopo aver modificato la mescola in modo opportuno ed il materiale deve essere protetto con uno strato di vergine pari a 0,5 mm.

Per RM_b : non può essere utilizzato

2. Apparenza. Il colore dei profili deve essere omogeneo, esente da difetti.
3. Dimensioni e tolleranza
4. Massa dei profili principali: la massa dei profili non può essere inferiore al 95% di quella nominale dichiarata.
5. Contrazione a caldo. Non deve essere $> 2\%$ per i profili principali e $> 3\%$ per i secondari.
6. Impatto. E' consentito che solo un provini presenti rotture della parete sottoposto all'impatto.
7. Riscaldamento a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dopo la prova non devono essere evidenziati difetti.
8. Resistenza alle azioni climatiche. Viene calcolato il tempo di esposizione in base al tipo di clima considerato. Viene consigliato almeno un periodo di due anni per garantire una durata sostenibile.
9. Saldabilità. La saldabilità dei profili viene verificata sottoponendo a prova un angolo. Nel caso di prova a compressione deve essere raggiunto il valore di 35 N/mm^2

Classificazione dei profili in PVC in base alla zona climatica

La norma di riferimento per la classificazione dei serramenti in base alla zona climatica in cui gli stessi verranno utilizzati è la UNI EN 12608-2005.

La norma si riferisce ai profili il cui colore è definito dalla terna

- luminosità psicometria $L^* \geq 82$,
- cromatismo a^* : $-2,5 \leq a^* \leq 5$
- cromatismo b^* : $5 \leq b^* \leq 15$,

ossia i colori bianchi o simil-bianchi, con qualunque tipologia superficiale venga realizzato il profilo.

Al punto 4.3 viene riportata la modalità di classificazione in base alla zona climatica e in Annex C il metodo di calcolo per determinare la quantità di radiazione che influenzerà il profilo in fase di uso. L'Europa viene suddivisa in due zone: M il clima moderato, S il clima severo.

Le zone con clima M vengono definite da radiazione solare annuale su superficie orizzontale $< 5 \text{ GJ/m}^2$ "e" da una temperatura media del mese più caldo $< 22^\circ\text{C}$.

Le zone con clima S vengono definite da radiazione solare annuale su superficie orizzontale $\geq 5 \text{ GJ/m}^2$ "o" da una temperatura media del mese più caldo $\geq 22^\circ\text{C}$.

L'individuazione della classe e della relativa zona climatica per il nostro paese deve essere riferita alla norma UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici" in cui si riportano i dati climatici per temperatura, vento, radiazione, pressione di vapore.

La norma riporta al

- prospetto XVI i dati di temperatura massima del mese più caldo;
- prospetto VIII i dati dell'irradiazione solare diretta e diffusa su superficie orizzontale per giorno e mese.

Dalle tabelle sopra riportate si deduce che tutte le province italiane presentano una temperatura del mese più caldo $> 22^\circ\text{C}$ e che per l'irradiazione deve essere fatta la somma di H_{dh} (irradiazione media diretta) e H_{bh} (irradiazione media diffusa) per i relativi giorni e mesi per ottenere i valori annuali.


Si riportano per indicazione i valori della energia solare di alcune città italiane:

- Bolzano: $4,785 \text{ GJ/m}^2$;
- Torino: $4,852 \text{ GJ/m}^2$;
- Milano: $4,706 \text{ GJ/m}^2$;
- Roma $5,802 \text{ GJ/m}^2$;
- Palermo: $6,424 \text{ GJ/m}^2$.

La norma prescrive che la zona S è determinata da una delle due clausole: energia solare $\geq 5 \text{ GJ/m}^2$ "o" da una temperatura media del mese più caldo $\geq 22^\circ\text{C}$.

In alcune aree geografiche della nostra penisola si rilevano radiazioni solari inferiori a 5 GJ/m^2 ma sempre con temperature maggiori di 22°C . Di conseguenza, tutta la nostra nazione è classificata zona S.

Si ricorda infine che la norma UNI EN 12608 è citata in bibliografia della UNI EN 14351-2010 "Marcatura CE dei serramenti esterni" ma non viene ripresa nel testo della norma stessa come qualificazione del profilo. In merito a questo argomento, UNI ha inviato la seguente comunicazione:



“La marcatura CE, nell’ambito della direttiva “prodotti da costruzione”, significa che il prodotto soddisfa i requisiti della Direttiva stessa attraverso la norma armonizzata di riferimento, in questo caso la UNI EN 14351-1. Va applicata solo in conformità alla parte armonizzata delle norma, cioè l’Appendice ZA, che indica quali elementi delle norma sono fondamentali per la marcatura CE dei prodotti. La Bibliografia, se presente in una norma, è solo parte supplementare ed informativa.”

La stessa UNI EN 12608 è invece citata appositamente nel regolamento del marchio di qualità e di sostenibilità emesso dalla associazione

CLASSIFICAZIONE SERRAMENTI PVC

1 – SECONDO LE ZONE CLIMATICHE

Zona climatica	Clima moderato (Nord Europa)	Clima severo (Sud Europa)
Classe	M	S
Energia solare totale annua su superficie orizzontale	< 5 GJ / mq	> 5 GJ / mq
Media della temperatura massima giornaliera del mese più caldo dell'anno	< 22 °C	> 22 °C

2 – SECONDO LO SPESSORE DELLA PARETE DEL PROFILO PRINCIPALE

	Spessore della parete		
	Classe A	Classe B	Classe C
SUPERFICE VISIBILE	> 2,8	> 2,5	Nessun requisito
SUPERFICE NON VISIBILE	> 2,5	> 2,0	Nessun requisito

3 – SECONDO RESISTENZA ALL' IMPATTO

Principali profili secondo la massa cadente a – 10 °C

	Classe I	Classe II
Massa cadente (g)	1000	1000
Peso della massa (mm)	1000	1500

1° PARTE

SCHEDA TECNICA DELLA LEGA 6060 E PROFILI DI ALLUMINIO

6060 T5 9006/1 EX UNI 3569

Corrispondenza fra normative

USA	Italia	Germania	-	Francia	Gran Bretagna	Svizzera
A.A.	UNI	DIN	W.N.	Afnor	B.S.	S.N.
6060	9006/1 EX UNI 3569	AlMgSiO,5	3.3206	6060	6060	AlMgSi0.5

Composizione chimica

Designazione numerica										Impurezza	
A.A.	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Zr	Ti	Ciascuna	Totale
6060	0.3 0.6	0.1 0.3	0.10	0.10	0.35 0.6	0.05	0.15	-	0.10	0.05	0.15

Caratteristiche meccaniche

Designazione numerica A.A.	Stato fisico in base a UNI 3565	Stato fisico in base a UNI 8278	Carico unitario di rottura a trazione Rm (N/mm)	Carico di snervamento Rp 0.2 (N/mm ²)	Allungamento a rottura %	Durezza HB
6060	R	O	140 max	80 max	20	40 max
	TaN	T1	120	50	16	35
	TaA	T5	185	145	11	55
	TA	T6	205	165	10	60

CARATTERISTICHE FISICHE:

MASSA VOLUMICA:		≈2,70 kg/dm ³
PUNTO DI FUSIONE INFERIORE:		≈605 °C
CALORE SPECIFICO:		≈0,92 J/(g · K)
CONDUCIBILITA' TERMICA 20°C:	STATO Ω	≈2,09 W/(cm · K)
	STATO T6	≈1,75 W/(cm · K)
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA LINEARE:		da 20° a 100° 23 · 10 ⁻⁶ · K ⁻¹
		dada 20° aa 200° 24 · 10 ⁻⁶ · K ⁻¹
		dada 20° aa 300° 25 · 10 ⁻⁶ · K ⁻¹
RESISTIVITA' A 20°C:	STATO Ω	≈3,14 μO · cm
	STATO T6	≈3,25 μO · cm
MODULO DI ELASTICITA':		≈66000 N/mm ²

TRATTAMENTI TERMICI**T5 (standard)**

Tempra alla pressa seguita da invecchiamento artificiale da 170 a 185°C per 6 a 10 h a regime.

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

LAVORAZIONI E COMPORTAMENTI	SPECIFICHE	VALUTAZIONE
lavorabilità plastica a freddo	per gli stati O, T1, T4	buona
	per gli stati T5, T6, T8 T10	scarsa
saldabilità	all'arco in gas inerte (MIG e TIG) e con metallo d'apporto in lega Al-Si o Al-Mg	buonabuona
	elettrica a resistenza	buonabuona
lavorabilità all'utensile	per gli stati O T1, T4	ridotta
	per gli stati T5, T6, T8 T10	da sufficiente a buona
lucidabilità	per gli stati O T1, T4	sufficiente
	per gli stati T5, T6, T8 T10	buona
resistenza alla corrosione in ambiente	marino e industriale	buona
	urbano e rurale	buona
	interno e asciutto	ottima
attitudine alla ossidazione anodica	per protezioni e usi decorativi	ottima

Lamparelli - Window frames
Infissi e soluzioni per l'abitazione