

Proprietà meccaniche del vetro



Le caratteristiche del vetro e le sue applicazioni

Proprietà meccaniche del vetro

Quando si costruisce con il vetro, è importante conoscerne le **proprietà meccaniche**. I vetri in uso nel settore edilizio sono generalmente composti da silice (come sabbia), soda (come carbonato), uno stabilizzante (in genere calce) e vari altri ossidi, come l'allumina e il magnesio.

In particolare dovendo definire le **proprietà caratteristiche del vetro**, dobbiamo innanzi tutto parlare di:

Composizione

I vetri silico-sodo-calcici in uso nel settore edile hanno la seguente composizione:

- un vetrificante, la silice, introdotta sotto forma di sabbia (dal 70 al 72%),
- un fondente, la soda, sotto forma di carbonato o di solfato (14% circa),
- uno stabilizzante, la calce, sotto forma di calcare (10% circa),
- vari altri ossidi, come l'allumina e il magnesio che servono a migliorare le proprietà fisiche del vetro, in

particolare la resistenza all'azione degli agenti atmosferici,

- per alcuni tipi di vetri, l'introduzione di particolari ossidi metallici consente la colorazione nella massa (PARSOL).

Fabbricazione

Composizione del vetro

Al miscuglio vetrificabile viene aggiunto del rottame di vetro al fine di abbassare la temperatura di fusione. Il trasporto, la pesatura, la miscelazione e l'inserimento nel forno avvengono automaticamente. Il miscuglio viene umidificato in modo da evitare la separazione tra i diversi componenti e la fuoriuscita di polvere.

Forno di fusione

La produzione del vetro comprende tre fasi principali:

- la fusione, nel corso della quale le materie prime vengono fuse a temperature vicine ai 1550 °C;
- il processo di omogeneizzazione del vetro fuso, che comprende l'affinaggio per l'eliminazione delle bolle gassose;
- il condizionamento termico, in cui il vetro, in condizioni di bassa viscosità, viene raffreddato fino a raggiungere una maggiore viscosità corrispondente alle esigenze del processo di formazione.

Bagno di stagno

Il vetro allo stato pastoso viene versato su un bagno di stagno fuso a circa 1.000°C. Il vetro, che presenta una densità inferiore a quella dello stagno, vi "galleggia", formando un nastro di spessore naturale compreso tra 4 e 6 mm.

Alcuni dispositivi consentono l'accelerazione o la riduzione dello spandersi del vetro per determinarne lo spessore.

Forno di ricottura

All'uscita dal bagno di stagno, il nastro di vetro ormai rigido passa attraverso la "étenderie", un tunnel di raffreddamento. La temperatura del vetro si abbassa in maniera controllata da 620°C a 250°C. Segue poi un raffreddamento lento all'aria per eliminare le tensioni interne al vetro che potrebbero determinarne la rottura nel corso delle operazioni di taglio.

Taglio

Il nastro di vetro raffreddato viene tagliato automaticamente in lastre di 6.000 x 3.210 mm.

Il vetro chiaro di SAINT-GOBAIN GLASS ha denominazione **PLANICLEAR**.

Caratteristiche fisiche

Proprietà meccaniche

- Densità - Massa volumica

Il vetro ha densità pari a $(2,5 \cdot 10^{-6}) \text{Kg/mm}^3$, che corrisponde, nel caso dei vetri piani, ad una massa di 2,5 kg per ogni m^2 e per ogni mm di spessore.

- Resistenza alla compressione

Il vetro offre un'elevatissima resistenza alla compressione ($1\ 000 \text{ N/mm}^2 = 1\ 000 \text{ MPa}$).

Ciò vuol dire che, per rompere un cubo di vetro di 1 cm di lato, occorre un carico dell'ordine di 10 tonnellate.

- Resistenza alla flessione

Un vetro sollecitato a flessione presenta una faccia in compressione ed una in trazione. Il valore di resistenza alla rottura di un vetro flesso è dell'ordine di:

- 40 MPa (N/mm^2) per vetri di base levigati;

- da 120 a 200 MPa (N/mm^2) per vetri temprati (variabile secondo lo spessore, la molatura dei bordi e il tipo lavorazione).

Il valore elevato di resistenza del vetro temprato è dovuto al fatto che il processo determina una differenza di compressione tra le due facce della lastra trattata.

- Elasticità

Il **vetro** è un materiale estremamente elastico, che non presenta mai deformazioni permanenti.

Esso presenta tuttavia caratteristiche di fragilità ovvero, quando è sottoposto ad un carico crescente a flessione, si rompe senza alcun preavviso.

- Modulo di Young (E)

Questo modulo esprime la forza di trazione che bisognerebbe teoricamente applicare ad una provetta di vetro per conferirle un allungamento pari alla sua lunghezza iniziale.

Esso si esprime in forza per unità di superficie. Per il vetro, secondo le norme europee:

$$E = 7 \times 10^{10} \text{ Pa} = 70 \text{ GPa}$$

- Coefficiente di Poisson, μ (coefficiente di contrazione laterale)

Quando una provetta subisce un allungamento in conseguenza di uno sforzo meccanico, si osserva un restringimento della sua sezione. Il coefficiente di Poisson (μ) è il rapporto tra il restringimento unitario in direzione perpendicolare al senso dello sforzo e l'allungamento unitario nella direzione dello sforzo.

Per i vetri utilizzati nell'edilizia, il coefficiente μ è pari a 0,22.

Comportamento termico

- Dilatazione lineare

La dilatazione lineare è espressa da un coefficiente che misura l'allungamento dell'unità di lunghezza per una variazione di temperatura di 1°C.

Il coefficiente si riferisce generalmente ad un intervallo di temperature compreso tra 20 e 300°C.

Il coefficiente di dilatazione lineare del vetro è pari a $9 \cdot 10^{-6}$.

- Sollecitazioni di origine termica

Data la scarsa conduttività termica del vetro, il riscaldamento o il raffreddamento parziale di una vetrata determina in questa delle sollecitazioni che possono provocare rotture cosiddette termiche.

L'esempio più comune di rischio di rottura termica è quello rappresentato dai bordi coperti di un vetro ad elevato assorbimento energetico, che in presenza di forte irraggiamento solare si riscaldano più lentamente della superficie esposta.

Nei casi in cui le condizioni di utilizzo o di posa in opera rischiano di determinare in un vetro considerevoli differenze di temperatura, sarà necessario adottare delle precauzioni in fase di posa o di lavorazione.

Con un trattamento termico complementare, come la **tempra**, si consente al vetro di sopportare delle differenze di temperatura sino ai 200°C.

Il vetro e la radiazione solare

Radiazione solare

- Composizione della radiazione solare

La radiazione solare che raggiunge la Terra è composta da circa il 3% di ultravioletti (UV), dal 55% di infrarossi (IR) e dal 42% di luce visibile.

Queste tre componenti della radiazione corrispondono ciascuna ad una gamma di lunghezza d'onda.

L'ultravioletto si estende da 0,28-0,38 μm , il **visibile** da 0,38-0,78 μm e **l'infrarosso corto** da 0,78-2,5 μm .

- Sensazione luminosa

La sensazione luminosa che prova l'essere umano è dovuta alla sola azione delle radiazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda compresa tra 0,38 μm e 0,78 μm (quindi solo l'ultravioletto di onda media).

Sono infatti queste radiazioni che, agendo in modo variabile sull'occhio a seconda della loro lunghezza d'onda, danno luogo al fenomeno fisiologico della visione. L'efficacia luminosa delle diverse radiazioni

permette di trasformare il flusso energetico emesso da una sorgente di radiazione in flusso luminoso.

Caratteristiche spettrofotometriche

- Irraggiamento

L'irraggiamento che colpisce un vetro viene in parte riflesso, in parte assorbito nello spessore del vetro e in parte trasmesso. I rapporti di ciascuna di queste componenti sul flusso incidente definiscono rispettivamente il fattore di riflessione, il fattore di assorbimento e il fattore di trasmissione del vetro stesso.

In corrispondenza di una data incidenza, tali rapporti dipendono dall'eventuale colore del vetro, dal suo spessore e, nel caso di un vetro con deposito, dalla natura del deposito applicato.

- Fattori di trasmissione, di riflessione e di assorbimento energetici

I fattori di trasmissione, di riflessione e di assorbimento energetici rappresentano i rapporti tra i flussi energetici trasmessi, riflessi o assorbiti e il flusso energetico incidente.

Questi fattori vengono determinati per lunghezze d'onda comprese tra 0,3 e 2,5 μm .

- Fattori di trasmissione e di riflessione luminosa

I fattori di trasmissione e di riflessione luminosa di un vetro rappresentano i rapporti tra i flussi luminosi trasmessi o riflessi e il flusso luminoso incidente.

Alcuni vetri particolarmente spessi o multipli (vetri isolanti e vetri stratificati), anche se non colorati, possono produrre per trasmissione un effetto di colorazione verdastra o bluastra, variabile in funzione dello spessore totale della vetrata o dei componenti della stessa.

- Fattore solare

Il **fattore solare g** di una vetrata rappresenta il rapporto tra l'energia totale trasmessa nel locale in cui si trova la vetrata e l'energia solare incidente sulla stessa vetrata. Questa energia totale è a sua volta costituita dalla somma dell'energia solare introdotta per trasmissione diretta e dell'energia ceduta dal vetro all'ambiente interno in seguito al suo riscaldamento per assorbimento energetico.

- Effetto serra

L'energia solare introdotta in un locale attraverso un vetro viene assorbita dagli oggetti e dalle pareti interne che, riscaldandosi, riemettono un irraggiamento termico situato prevalentemente nell'infrarosso lontano (superiore a 5 μm).

I vetri, anche se trasparenti, sono praticamente opachi rispetto alle radiazioni di lunghezza d'onda superiore a 5 μm . L'energia solare entrata dal vetro si trova quindi intrappolata all'interno del locale, che tende a scaldarsi. È il cosiddetto "effetto serra", quello che si sperimenta per esempio in un'automobile parcheggiata sotto il sole, con i finestrini chiusi.

- Controllo solare

Per evitare surriscaldamenti, si può procedere nei seguenti modi:

- assicurare una corretta ventilazione,
- far uso di veneziane, accertandosi che non possano essere all'origine di rotture termiche. Inoltre, occorre

considerare che, se le veneziane sono disposte all'interno, sono meno efficaci poiché schermano l'irraggiamento solare solo dopo l'attraversamento del vetro. Se invece sono disposte all'esterno del vetro, occorrerà preventivare la necessità di interventi di manutenzione.

- ricorrere a vetrate a trasmissione energetica limitata, denominate "**vetrate a controllo solare**", che permettono il passaggio di una parte determinata dell'irraggiamento energetico solare e che consentono di ottenere una buona illuminazione evitando i surriscaldamenti.

- La protezione solare attraverso il vetro

Il problema della protezione solare va affrontato considerando tre obiettivi:

- diminuzione degli apporti solari (fattore solare minimo),
 - diminuzione del trasferimento di calore dall'esterno verso l'interno (valore U minimo)
 - garanzia di una buona trasmissione luminosa.
-

Illuminazione

- Fattore luce diurna

La conoscenza del fattore di trasmissione di un vetro permette di fissare un ordine di grandezza prossimo al livello di illuminamento disponibile all'interno di un locale quando si conosce il livello di illuminamento esterno.

Infatti, il rapporto tra l'illuminamento interno in un punto dato e l'illuminamento esterno misurato su un piano orizzontale è costante, indipendentemente dall'ora del giorno.

Questo rapporto è denominato "**fattore di luce diurna**" (FLD).

Quindi, in un locale con fattore di luce diurna pari a 0,10 in prossimità dell'apertura vetrata e a 0,01 in fondo alla stanza (caso medio di un locale tipo), un illuminamento esterno di 5000 lux (cielo coperto, nuvole spesse) darà luogo ad un illuminamento interno di 500 lux in prossimità dell'apertura e di 50 lux in fondo alla stanza, mentre un illuminamento di 20000 lux (cielo coperto, nuvole bianche) determinerà valori di illuminamento rispettivamente pari a 2000 e 200 lux nello stesso locale.

- Comfort visivo

L'illuminazione deve contribuire al benessere della persona, creando le condizioni ottimali per gli occhi in termini di quantità e distribuzione della luce, evitando da una parte i fenomeni di abbagliamento e dall'altra quelli di oscuramento.

La qualità del **comfort visivo** è legata ad una scelta oculata della trasmissione luminosa, nonché alla distribuzione, all'orientamento e alle dimensioni dei vetri.

- Il fenomeno della decolorazione

La luce solare, necessaria per la percezione dell'ambiente circostante, è una forma di energia in grado di degradare i colori degli oggetti che vi sono esposti.

Come si è specificato in precedenza, la luce diurna è composta da tre tipi di radiazioni:

1. la **radiazione visibile**, percepita dall'occhio sotto forma di luce bianca, che è composta da tutti i colori,

- e le cui lunghezze d'onda sono comprese tra 0,38 μm (viola) e 0,78 μm (rosso);
2. la **radiazione infrarossa** (IR) che si percepisce sotto forma di calore, compresa tra 0,78 e 2,5 μm ;
 3. la **radiazione ultravioletta** (UV), compresa nell'intervallo fra 0,28 e 0,38 μm che, pur essendo invisibile, come la radiazione IR, si manifesta tra l'altro in modo sensibile a livello dell'organismo attraverso la pigmentazione della pelle o attraverso i cosiddetti "colpi di sole".

L'alterazione dei colori degli oggetti sottoposti ad irraggiamento solare deriva dalla degradazione progressiva dei legami molecolari dei coloranti sotto l'azione dei fotoni di intensa energia. Le radiazioni capaci di una tale azione fotochimica sono principalmente le ultraviolette e in misura minore la luce visibile di breve lunghezza d'onda (viola, blu).

L'assorbimento della radiazione solare da parte delle superfici degli oggetti determina un rialzo della temperatura che può essere anch'esso causa di reazioni chimiche di alterazione del colore.

Va osservato come questo fenomeno di degradazione interessi prevalentemente i coloranti organici, i cui legami chimici sono generalmente meno stabili rispetto a quelli dei pigmenti minerali.

Dal momento che ogni radiazione è portatrice di energia, nessun metodo è in grado di proteggere gli oggetti in modo assoluto contro la decolorazione, tranne quello di disporli lontano dalla luce, a bassa temperatura e al riparo dall'aria e da condizioni atmosferiche aggressive.

Tuttavia, i prodotti vetrari offrono soluzioni efficaci a questo problema.

Le radiazioni ultraviolette possono essere bloccate quasi del tutto attraverso l'uso di vetri stratificati con PVB delle gamme STADIP, le quali trasmettono solo lo 04% degli UV (contro il 44% di un vetro **PLANICLEAR** di 10 mm di spessore).

In secondo luogo, è possibile ricorrere all'uso di vetri colorati, che filtrano la luce in modo selettivo: per esempio a vetri stampati con colore dominante giallo che assorbono in modo particolare la luce viola e blu.

Infine, i vetri a basso fattore solare consentono di ridurre l'azione termica dell'irraggiamento.

Occorre tuttavia sottolineare che nessun prodotto vetrario può garantire una protezione totale dai fenomeni di decolorazione.

Il vetro e l'isolamento termico

- Scambi termici

Una parete vetrata separa generalmente due ambienti a diversa temperatura.

Come per qualsiasi altro tipo di parete, anche attraverso il vetro ha luogo uno scambio termico dall'ambiente più caldo all'ambiente più freddo.

Tuttavia, una parete vetrata presenta anche la particolarità di essere trasparente all'irraggiamento solare che apporta gratuitamente calore.

- Scambi di calore attraverso una parete

Lo scambio termico attraverso una parete può avvenire secondo tre modi di propagazione:

1. la **conduzione**:

è un trasferimento di calore attraverso un corpo o tra due corpi a contatto diretto tra loro. Tale trasferimento si verifica senza alcuno spostamento di materia. Il flusso di calore tra le due facce di un vetro dipende dallo scarto di temperatura esistente tra di esse e dalla conduttività termica del materiale. La conduttività termica del vetro è $\lambda = 1,0 \text{ W/(mK)}$;

1. la **convezione**:

è un trasferimento di calore che avviene tra la superficie di un corpo solido e un fluido liquido o gassoso. Tale trasferimento è accompagnato da uno spostamento di materia;

- **l'irraggiamento**:

è un trasferimento di calore che avviene attraverso onde elettromagnetiche tra due corpi a temperature diverse. L'irraggiamento a temperatura ambiente è situato nell'infrarosso a lunghezze d'onda superiori a $5 \mu\text{m}$. Esso risulta proporzionale all'emissività dei corpi.

L'emissività è una caratteristica superficiale dei corpi. Ad una scarsa emissività corrisponde uno scarso scambio termico per irraggiamento.

L'emissività normale ϵ_n del vetro è di 0,89. Ad alcuni vetri può essere applicato un deposito detto basso emissivo con ϵ_n inferiore a 0,10.

Trasmissione termica di una parete

- **Trasmittanza termica**

Gli scambi termici che si verificano attraverso una parete per conduzione, convezione e irraggiamento sono espressi dal valore U (*).

Questo rappresenta il flusso di calore che attraversa 1m^2 di parete per una differenza di temperatura pari a 1 grado tra l'interno e l'esterno del locale nell'unità di tempo.

Quanto più basso è il valore U , tanto minori sono le dispersioni termiche.

- **Trasmittanza termica dei vetri**

La parete vetrata può essere costituita da una vetrata semplice o da una vetrata isolante, che consente di ottenere un migliore isolamento termico. Il principio della vetrata isolante consiste nel racchiudere tra due lastre di vetro un'intercapedine d'aria immobile e asciutta al fine di limitare gli scambi termici per convezione, sfruttando la scarsa conduttività termica dell'aria.

- **Miglioramento della Trasmittanza termica dei vetri**

Per migliorare il valore U , è necessario ridurre gli scambi termici per conduzione, convezione ed irraggiamento.

Poiché non risulta possibile agire sui coefficienti di scambio superficiale, il miglioramento consisterà nella

riduzione degli scambi tra i due componenti della vetrata isolante:

1. Gli scambi per irraggiamento possono essere ridotti utilizzando lastre con depositi basso emissivi.

Per sfruttare questa possibilità, **SAINT-GOBAIN GLASS** ha messo a punto dei vetri con deposito basso emissivo come:

PLANITHERM INOX, PLANITHERM Clear 1.0.

1. Gli scambi per conduzione e convezione possono essere ridotti sostituendo l'aria racchiusa tra le due lastre con un gas più pesante a conduttività termica inferiore (in genere Argon).

- **Fattore solare**

Il fattore solare di una parete vetrata rappresenta la percentuale di energia introdotta nel locale in rapporto all'energia solare incidente.

Esso è pari al flusso trasmesso più il flusso riemesso verso l'interno del locale. Quanto più basso è il Fattore solare, tanto meno importanti sono gli apporti solari.

- **Comfort termico**

Il corpo umano scambia calore con l'ambiente per irraggiamento.

È in virtù di questo che è possibile provare una sensazione di freddo nelle vicinanze di una parete a bassa temperatura, anche se ci si trova in una stanza in cui la temperatura è confortevole. Durante la stagione invernale, con un basso valore U, la temperatura della faccia interna della parete vetrata sarà più elevata e l'effetto detto di "parete fredda" ne verrà ridotto.

Sarà pertanto possibile:

1. avvicinarsi di più alle finestre senza alcuna sensazione sgradevole,
2. ridurre i rischi di formazione di condensa.

- **Controllo solare - diminuzione degli apporti energetici solari**

In estate, le condizioni meteorologiche sono caratterizzate dai seguenti fattori:

1. cielo terso;
2. temperature elevate;
3. flusso solare importante e prolungato;
4. venti deboli.

Un'apertura vetrata trasparente costituisce il passaggio privilegiato del flusso energetico solare.

In queste condizioni, può accadere di avere un considerevole aumento della temperatura all'interno dei locali,

comunemente denominato "effetto serra".

Per attenuare questo fenomeno, è consigliato l'uso di vetrate a controllo solare.

Queste vetrate consentono:

1. di limitare le spese di climatizzazione,
2. di diminuire il fastidio legato al rialzo della temperatura,
3. di migliorare il comfort visivo prevenendo il fenomeno dell'abbagliamento.

La protezione termica in estate è inversamente proporzionale al Fattore solare e al valore di U.

La quantità di energia solare che penetra in un locale può essere limitata mediante l'utilizzo di vetrate ad elevato assorbimento energetico o ad elevata riflessione energetica verso l'esterno.

Il vetro e l'isolamento acustico

Principi generali

Intensità, pressioni e livelli sonori

La "potenza" di un rumore può essere data dalla sua intensità I o dalla sua pressione P (misurate rispettivamente in W/m^2 e in Pascal).

In pratica si utilizza il livello di pressione o di intensità riferito su scala logaritmica la cui origine è la soglia di udibilità.

Livello di intensità

$$L_1 = 10 \log I/I_0$$

Livello di pressione

$$L_1 = 10 \log P^2/P_0^2 = 20 \log P/P_0$$

L'unità, il decibel (dB) rappresenta pertanto il logaritmo di un rapporto.

Se le intensità sonore di due o più sorgenti di suono si sommano, ciò non avviene anche per il livello risultante.

Esempio:

2 trombe che producono ciascuna un livello di 80 dB, producono in totale 83 dB (e non 160).

Frequenza

La frequenza è il numero di volte che un fenomeno periodico (acustico o di altro tipo) riprende lo stesso stato per ogni secondo. Essa si esprime in Hertz (Hz). L'orecchio umano è sensibile ai suoni le cui frequenze sono comprese nell'intervallo tra 16 Hz e 20.000 Hz. L'acustica architettonica considera soltanto l'intervallo tra 50

Hz e 5.000 Hz, suddiviso in bande di ottava (ogni frequenza è il doppio della precedente) o di 1/3 di ottava.

Uso dell'indice unico R_w (C;Ctr)

L'intensità del rumore esterno percepito dagli occupanti di un edificio costituisce l'elemento determinante di valutazione, a finestra chiusa, della protezione dai rumori esterni.

L'**isolamento acustico** ottenuto grazie alla costruzione è definito da un indice che rappresenta la differenza tra il rumore interno e quello esterno.

La caratteristica fonoisolante di un elemento di costruzione è rappresentata dall'*indice di attenuazione misurato R* .

A seconda del montaggio e della realizzazione, una finestra potrà avere dei punti deboli in corrispondenza delle frequenze basse, medie o alte.

Il risultato ottimale per una finestra isolante è rappresentato da un buon isolamento acustico a tutte le frequenze in cui la sorgente di rumore è più forte.

L'indice "tr" trae il suo nome da "*traffico*" e quindi la **correzione C_{tr}** verrà applicata preferibilmente in caso di rumori dovuti al traffico. Per altri tipi di rumore, verrà invece adottata la correzione C. Queste due correzioni sono generalmente rappresentate da valori negativi; la loro applicazione consiste nell'abbassamento di un valore troppo vantaggioso di isolamento acustico. Le due correzioni sono indicate dai laboratori di misura ed appaiono accanto al valore R_w .

Comportamento del vetro

Ogni lastra di materiale presenta una frequenza critica in corrispondenza della quale vibra molto più facilmente.

A quella frequenza, il rumore viene trasmesso molto meglio. La lastra di vetro subisce, rispetto all'isolamento acustico, una perdita di prestazione compresa tra 10 e 15 dB. Per una vetrata dello spessore di 4 mm, questa frequenza critica corrisponde a 3000 Hz, mentre per una lastra di gesso dello spessore di 13 mm, corrisponde a 3200 Hz.

Aumentando lo spessore del vetro, la perdita del potere fonoisolante dovuta alla frequenza critica si sposta verso le basse frequenze.

Occorrerebbe raggiungere uno spessore di 12 cm perché il "buco" causato dalla frequenza critica sia inferiore ai 100 Hz, e quindi insignificante.

Il trattamento acustico delle facciate sottoposte a numerosi rumori di elevata intensità a bassa frequenza (rumori stradali) si presenta estremamente difficile.

Fino a non molto tempo fa, il miglioramento delle prestazioni acustiche delle vetrate era ottenuto soprattutto attraverso un aumento degli spessori e l'asimmetria delle lastre di vetro nelle vetrate isolanti e i vetri stratificati di sicurezza avevano un comportamento quasi uguale a quello dei vetri monolitici dello stesso spessore.

Oggi, grazie alla progettazione del vetro stratificato fonoisolante **STADIP SILENCE**, l'effetto della frequenza critica è del tutto eliminato. In media, è possibile ottenere un guadagno compreso tra 1 e 3 dB per composizioni vetrarie simili e soprattutto assicurare una omogeneità di prestazione fonoisolante attraverso

tutte le frequenze.

Indice R

Il vetro viene applicato nelle costruzioni incorporato in un telaio.

La vetrata e il telaio formano insieme l'elemento che determina l'isolamento acustico di tutta la finestra e, in alcuni casi, della facciata. Non è possibile definire le caratteristiche della finestra partendo solo dalle prestazioni del vetro. L'indice di attenuazione acustica può essere quindi calcolato solo dopo aver effettuato le misure opportune sulla finestra finita.

D'altro canto, è opportuno armonizzare il tipo di vetrata con il telaio e con il tipo di giunti.

Le vetrate di alta gamma devono essere montate in telai di buona qualità.

Le prestazioni acustiche della finestra non sono condizionate in alcun modo dal senso di posa del vetro.

Il vetro e la protezione dagli urti

Protezione dal rischio di ferite in caso di urti accidentali

Di norma, i vetri adatti allo scopo sono quelli la cui definizione normativa è completata dal termine "sicurezza".

Si tratta in particolare delle vetrate **SECURIT**, **SECURIPPOINT**, e **STADIP** che rispondono rispettivamente: i primi due alla norma EN 12150 "Vetro per l'edilizia - Vetro di sicurezza sottoposto a tempratura termica" e il terzo alla norma EN 12543-2 "Vetro per l'edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 2: Vetro stratificato di sicurezza".

La norma in vigore per quello che riguarda i criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie è la **UNI 7697:2015**.

La sicurezza anti incendio

In materia di sicurezza antincendio, si rende necessaria l'adozione di misure in fase di progettazione e di costruzione degli edifici. Questa esigenza, fondamentale per gli edifici abitativi, lo è ancora di più per quelli destinati al pubblico o al lavoro.

Nel caso che si verifichi un incendio, occorre prevedere misure tali da limitarne gli effetti, evitando che vi siano vittime per asfissia, ustioni e carbonizzazioni o anche per panico.

È per questo motivo che la sicurezza antincendio nell'edilizia è prevista come obbligatoria nei documenti legislativi e normativi e poggia su norme e metodologie di collaudo o di classificazione dei materiali, degli

elementi costruttivi e delle opere che costituiscono ciascun edificio.

La scelta più evidente sembrerebbe quella orientata verso l'utilizzo di materiali testati e classificati con gli stessi metodi ufficiali di riferimento.

Per la classificazione dei materiali, questi ultimi vengono testati in laboratori di prova certificati, attraverso la simulazione della situazione di sollecitazione che si produrrebbe nella fase iniziale di un incendio.

Per ogni materiale, si misurano e si registrano quindi i parametri corrispondenti principalmente alle seguenti caratteristiche:

- combustione,
- infiammabilità,
- propagazione delle fiamme,
- emanazione di fumo e gas tossici,
- potere calorifero,
- trasmissione dell'irraggiamento calorifico.

Il vetro e la protezione antincendio

Resistenza al fuoco

Quando scoppia un **incendio**, proteggere opponendo resistenza.

Tra i pericoli principali, vi sono i seguenti:

- crollo totale o parziale di strutture che possano bloccare il passaggio delle persone in pericolo,
- fumo e relative componenti tossiche, che costituiscono un pericolo sia in termini di rischio di asfissia che in termini di perdita di orientamento e di visibilità e delle conseguenti eventuali reazioni di panico,
- irraggiamento intenso che può determinare ustioni gravi e mortali.

Per proteggere, occorre poter contare su elementi di costruzione adatti. Anche in questo caso, si ricorre a metodi di prova ufficiali applicati secondo le normative. Gli elementi di costruzione vengono sottoposti ad un programma termico convenzionale detto incendio convenzionale.

Si effettua a questo punto una verifica di risposta a tre criteri principali in una durata minima:

1. criterio di Resistenza o stabilità (R),
2. criterio di Tenuta alle fiamme o ai gas caldi (E),
3. criterio di Isolamento termico durante l'incendio (I).

In base alla risposta ai suddetti criteri, associati a durate minime di esposizione al fuoco, si definiscono delle classi di resistenza al fuoco.

Infine, vengono redatti documenti e certificati di omologazione per gli elementi apribili e certificati per gli elementi fissi, a autorizzazioni ufficiali di impiego. Questa documentazione si riferisce esclusivamente a elementi di costruzione completi (sistemi), con configurazione e montaggio identici a quelli reali di posa in opera, (mai ai singoli materiali costitutivi o componenti), come porte, pareti, moduli di facciata, schermi divisorii.



Planitherm Infinity



PLANITHERM® Clear 1.0



STADIP SILENCE



PLANICLEAR®



PLANITHERM® 4S+

[TRASFORMATORE - SCOPRI IL PIU' VICINO](#)