



# **Manuale per l'uso corretto del vetro trasformato**

## Introduzione

Il presente vademecum, elaborato da Assovetro con il contributo dei tecnici associati, ha lo scopo di fornire agli operatori del settore - progettisti, serramentisti, direttori dei lavori e utilizzatori finali - le indicazioni fondamentali per il corretto stoccaggio, la posa in opera, la pulizia e la manutenzione dei vetri impiegati in edilizia.

L'obiettivo è garantire che le lastre di vetro mantengano nel tempo le proprie caratteristiche prestazionali, ottiche e meccaniche, evitando difetti, alterazioni o roture dovute a una gestione impropria nelle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto.

Il documento si basa sulle principali norme tecniche di riferimento e sullo stato dell'arte e tiene conto delle più recenti evoluzioni della tecnologia vetraria, che hanno reso il vetro non solo un elemento trasparente dell'involucro edilizio, ma un vero e proprio supporto prestazionale capace di contribuire all'efficienza energetica, al comfort visivo e alla sicurezza dell'edificio.

Attraverso una corretta comprensione delle procedure di movimentazione, dell'installazione e della manutenzione, e mediante l'utilizzo di materiali compatibili, è possibile preservare nel tempo le qualità estetiche e funzionali del vetro, assicurando al contempo la conformità alle prescrizioni normative e la durabilità complessiva del sistema vetrato.

Si rammenta che il documento è un estratto dello stato dell'arte realizzato al fine di sensibilizzare tutti gli attori della filiera delle costruzioni. E' importante che gli operatori approfondiscano le tematiche qui illustrate in funzione dell'opera specifica che deve essere realizzata. È necessario che vengano effettuati i relativi approfondimenti analizzando le indicazioni riportate nelle norme vigenti e nelle pubblicazioni delle aziende produttrici del vetro di base.

Il presente vademecum ha finalità esclusivamente informative e non sostituisce le prescrizioni normative o le istruzioni specifiche dei produttori di vetro e accessori.

# Sommario

<b>Introduzione .....</b>	2
<b>Indicazioni per il corretto stoccaggio in cantiere.....</b>	4
<b>Modalità per una posa in opera a regola d'arte.....</b>	5
<b>Posa in opera .....</b>	5
<b>Pulizia .....</b>	5
<b>Manutenzione ordinaria.....</b>	7
<b>Indicazioni per evitare le roture spontanee da sollecitazioni termiche.....</b>	8
<b>Nomenclatura .....</b>	10

## Indicazioni per il corretto stoccaggio in cantiere

Tutti i tipi di vetro si coprono di macchie (ossidazione) se vengono conservati in un ambiente umido o all'esterno; questo fenomeno si traduce in un effetto iridescente o una patina bianca lattiginosa sulla superficie del vetro. Inoltre, se le lastre vengono conservate impilandole una sopra l'altra possono surriscaldarsi, dando origine a rotture spontanee per tensioni di origine termica.

La buona conservazione del vetro dipende essenzialmente dalle condizioni di stoccaggio. Se non installato nell'immediato, è necessario conservare il vetro non in luoghi di passaggio, al riparo da urti accidentali, e in condizioni adeguate che impediscono il degrado causato dai seguenti tipi di rischi:

- Chimici (p. esempio "iridescenza") dovuti all'umidità causata da:
  - pioggia (caduta diretta sui vetri impilati).
  - condensa (variazioni dell'umidità relativa dell'aria legate alle variazioni di temperatura).
- Meccanici:
  - danni superficiali.
  - rottura.
- Termici:
  - surriscaldamento delle lastre impilate.

Per evitare danni e difetti:

- i locali devono essere coperti, chiusi, asciutti, e riparati dalla polvere esterna o da altre polveri abrasive;
- eventuali cavalletti destinati a ricevere i vetri devono avere una pendenza di circa 6° rispetto alla verticale ed essere rivestiti con materiale morbido (feltro o neoprene) in buone condizioni, privo di corpi estranei. Inoltre, i vetri stoccati su cavalletti devono essere separati con degli intercalari (dischetti di sughero, ecc.) in pile il più possibile omogenee per larghezza ed altezza (senza superare i 30 cm di spessore della pila);
- non devono essere sollevate e spostate con il cuneo di legno, ma devono essere movimentate esclusivamente usando le ventose;
- è necessario che la base dei volumi sia ben appoggiata al materiale intercalare così che tutti abbiano la stessa inclinazione;
- le lastre devono essere conservate al riparo dalla pioggia e dal gocciolamento d'acqua;
- le lastre non devono essere mai conservate all'aperto o esposte ad altri agenti atmosferici;
- le lastre devono essere protette dalle forti variazioni di temperatura;
- le lastre non devono essere esposte all'irraggiamento solare;
- le lastre devono essere protette da interferenza con attività di cantiere (spruzzi di cemento, molatura, saldatura, ...).

*Nota 1: nel caso di stoccaggio di prodotti con deposito esposto a vista è necessario prestare maggiore attenzione.*

*Nota 2: nella movimentazione dei vetri e del loro imballaggio si raccomanda sempre il rispetto delle norme di sicurezza.*

## Modalità per una posa in opera a regola d'arte

Durante l'installazione e la manutenzione deve essere verificata la compatibilità dei materiali utilizzati. I vetri vanno protetti dopo la posa in opera e per tutto il periodo dei lavori. I rischi principali possono essere:

- proiezioni di liquidi o solidi (es. vernici, calce, malta, polveri...);
- aggressioni chimiche (es. acidi, dilavamento della facciata, ...);
- sollecitazioni meccaniche (es. urti, ...);
- altri agenti (saldature, molatura...);

Tale protezione può avvenire ad esempio utilizzando un film di polietilene; è importante in questa fase che si mantenga la ventilazione naturale delle lastre di vetro al fine di prevenire la rottura spontanea per tensioni di origine termica.

### Posa in opera

Il riferimento normativo per la posa in opera delle lastre di vetro è la UNI EN 12488 “Raccomandazioni per la messa in opera - Principi di posa per vetrare verticali ed inclinate”. Altri aspetti sono riportati anche nella UNI 11404 “Vetrare per impiego in edilizia residenziale - Qualità ottica e visiva”.

Al fine di evitare danneggiamenti è necessario rispettare le seguenti linee guida:

- i bordi delle lastre devono essere integri e privi di scheggiature;
- nelle vetrate isolanti con uno o più componenti che non risultino molati e/o con l'angolo smussato o arrotondato, queste non debbono essere appoggiate su un angolo per essere ruotate, ma devono sempre essere sollevate e riposizionate per effettuare il montaggio.
- devono essere previsti gocciolatoi per proteggere la vetrata dall'acqua di scarico delle parti superiori;
- i telai devono resistere alle azioni combinate degli agenti esterni, ai movimenti dell'edificio e al peso della vetrata;
- i ferma-vetri devono essere adeguatamente dimensionati al fine di resistere alle sollecitazioni trasmesse dalla vetrata; devono inoltre essere privi di ruggine o protetti contro la corrosione e la degradazione;
- le guarnizioni di tenuta dovranno essere sufficientemente elastiche per consentire i movimenti differenziali tra i vetri e i telai senza compromettere la lastra.

È fondamentale utilizzare materiali compatibili con sigillanti della vetrata isolante e/o con gli intercalari plastici degli stratificati, poiché possono innescare reazioni chimiche con il sigillante primario, alterandone la viscosità e favorendo la penetrazione del materiale nella cavità. Durante la posa in opera, è quindi raccomandato verificare preventivamente la neutralità chimica dei materiali.

### Pulizia

Le lastre di vetro devono essere pulite in maniera meticolosa non appena completata la posa in opera e mantenute in condizioni idonee fino alla chiusura del cantiere e successiva consegna lavori.

L'operazione di pulizia deve iniziare spruzzando acqua pulita per rimuovere la polvere abrasiva dalla facciata, e proseguire con una normale manutenzione.

La pulizia consiste nel lavare, sciacquare e asciugare il vetro. Per agevolare il lavaggio, si può usare un sapone neutro, risciacquando immediatamente con acqua pulita. L'acqua in eccesso deve essere immediatamente rimossa.

Gli strumenti e le spazzole per il lavaggio non devono essere abrasivi. Non utilizzare mai detergenti abrasivi per pulire il vetro, né prodotti che contengano o potrebbero produrre sali di fluoro o acido fluoridrico.

Situazioni particolari sono:

- per depositi esposti, la pulizia deve avvenire con cautela per garantire che non si danneggi il deposito stesso. Inoltre, le macchie di grasso, olio e prodotti utilizzati durante la posa in opera devono essere rimosse utilizzando alcol isopropilico o acetone, evitando di allargare la macchia, facendo seguire a questa operazione un normale lavaggio con acqua e successivo risciacquo;
- per i vetri autopulenti non si deve mai mettere a contatto il deposito con prodotti a base di silicone e oli lubrificanti delle guarnizioni (utilizzando solo guarnizioni a secco, come EPDM);
- per vetrature isolanti con il deposito all'interno delle intercapedini, le indicazioni di pulizia sono uguali a quelle dei vetri senza deposito.

*Nota 3: si consiglia di rimuovere eventuali etichette apposte sul vetro immediatamente dopo la posa in opera.*

Si precisa che se sulla superficie esterna della vetrata compaiono tracce o impronte (riconducibili a rulli, ventose, ecc..) in condizioni di condensa, pioggia o acqua per la pulizia, tale fenomeno non è considerato difetto, in quanto transitorio.

## **Manutenzione ordinaria**

Il vetro correttamente posato può essere lavato con acqua pulita o con normali prodotti non alcalini comunemente reperibili sul mercato. Il proprietario o l'utilizzatore dell'immobile deve assicurarsi che i vetri vengano regolarmente e correttamente puliti.

Ciò comporta anche la verifica ed eventualmente la riparazione delle guarnizioni, dei telai, il controllo e, se necessario, lo sblocco e pulizia dei fori di drenaggio e di ventilazione presenti nell'infisso.

La frequenza della pulizia è funzione del livello di inquinamento e condizioni metereologiche dell'ambiente in cui si trova.

È necessario utilizzare acqua pulita e non calcarea o agenti neutri non alcalini, che non contengano materiali a base di fluoro o abrasivi. Immediatamente dopo il lavaggio, deve essere asciugata l'intera superficie del vetro.

I vetri con deposito autopulente devono essere lavati con acqua saponata tiepida o con un detergente specifico consigliato; è importante non utilizzare prodotti o trattamenti per la pulizia che contengano particelle abrasive o componenti che rendano la superficie idrofobica (silicone, trattamenti antipioggia, ecc.).

# Indicazioni per evitare le rotture spontanee da sollecitazioni termiche

Carichi termici non omogenei sui vetri possono comprometterne la durabilità dando origine a rotture spontanee. Spesso le sollecitazioni termiche sono di difficile quantificazione. Un riscaldamento omogeneo del vetro non rappresenta di regola alcun problema, ma la presenza di un carico termico non omogeneo genera tensioni tali che possono condurre a rottura.

Come la maggior parte dei materiali, anche il vetro è soggetto al fenomeno della dilatazione termica, che avviene, com'è noto, a seguito di una variazione di temperatura. Se accade che due zone della stessa lastra raggiungano temperature molto diverse tra loro, la zona a temperatura superiore tende a dilatarsi mentre l'altra, a temperatura inferiore, oppone resistenza alla dilatazione. Questo causa la genesi di sforzi di trazione nella parte più fredda della lastra che possono portare alla rottura.

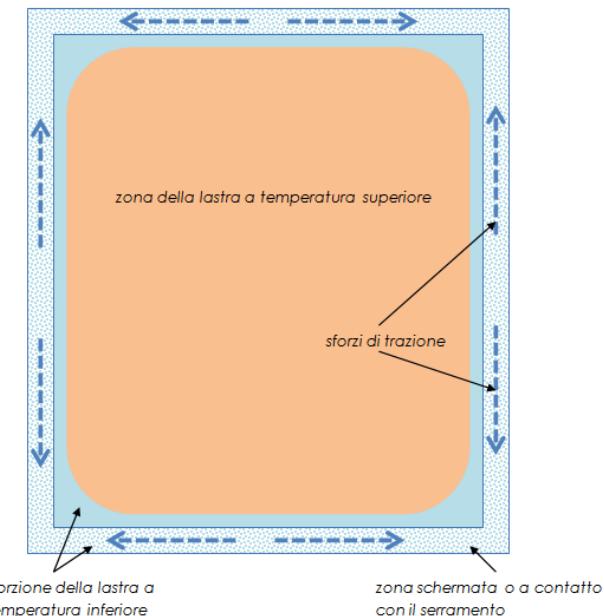


Figura 1 Esempio di una sollecitazione termica in una lastra di vetro

La frattura conseguente a sollecitazioni termiche è ben identificabile in quanto ha origine dal bordo del vetro e si genera ortogonalmente a questo (90° attraverso lo spessore e 90° rispetto alla direzione del bordo). L'andamento della frattura può variare in funzione dell'intensità delle tensioni termiche; può fermarsi a poca distanza dal bordo, serpeggiare al confine tra zona calda e zona fredda o dirigersi verso il centro della lastra.

Le principali cause che possono favorire la rottura da sollecitazione termica sono:

## 1. Applicazione di coloranti, collanti o adesivi sul vetro

Rivestire vetri esposti all'irraggiamento solare diretto con pellicola adesiva, vernice o adesivi può dare origine a sollecitazioni termiche, in particolare nel caso di colori scuri. La probabilità di rottura aumenta e di questo fatto occorre tenerne conto in sede di progettazione.

## **2. Applicazione di film di rivestimento sulle lastre**

L'applicazione di rivestimenti adesivi, anche al fine di ottenere protezione solare aggiuntiva, soprattutto se di colore scuro, comporta un notevole incremento dell'assorbimento delle radiazioni solari da parte del vetro e possono generare surriscaldamenti disomogenei .

## **3. Proiezione di ombreggiamenti parziali**

L'intensità e la variazione della radiazione dipendono dalla stagione e dall'ora di esposizione, oltre che da altri fattori, quali quelli meteorologici, strutture adiacenti, ecc. Al mattino, in presenza di temperature dell'aria esterna basse e di irraggiamento solare, accade che il bordo della vetrata, inserito nella scanalatura del telaio, rimanga ad una temperatura più bassa rispetto al centro della lastra irraggiata.

Allo stesso modo, si generano sollecitazioni termiche quando il vetro risulta parzialmente ombreggiato, ad esempio da un albero, da altri edifici, da pilastri, o da dispositivi oscuranti esterni. La superficie ombreggiata può presentare una temperatura significativamente inferiore rispetto alla zona esposta alla radiazione solare diretta.

## **4. Accumulo di calore sul vetro dovuto a oscuranti interni**

In linea generale è necessario evitare l'accumulo di calore nell'ambiente interno in prossimità delle vetrate. Anche la presenza di oggetti adiacenti al vetro può provocare un riscaldamento disomogeneo della lastra e la conseguente rottura. La superficie libera del vetro deve essere esposta al clima interno in maniera omogenea. Nel caso in cui sia stata prevista, in sede di progettazione, una protezione schermante interna, questa dovrà essere installata a sufficiente distanza dalla lastra di vetro, per consentire una idonea circolazione d'aria.

## **5. Differenziali termici a causa di condizionatori, corpi riscaldanti, illuminanti o arredi imbottiti collocati a ridosso del vetro**

Un'ulteriore causa di rottura è la concentrazione di calore riconducibile a corpi posizionati, anche temporaneamente, nelle immediate vicinanze del vetro. Riscaldamento localizzato (radiator, tubi radianti ad alta temperatura, ecc.), variazione della temperatura interna dell'abitazione (fancoils o surriscaldamenti localizzati), oggetti o strutture che trattengono o riflettono il calore sul vetro (tende, veneziane, ostruzioni retrostanti, ecc.). Corpi riscaldanti come i termosifoni o i ventilconvettori possono rappresentare una ulteriore causa di riscaldamento disomogeneo della superficie vetrata, e devono pertanto essere posizionati ad un'adeguata distanza dal vetro. Nel caso in cui venga utilizzato un vetro trattato termicamente, tale distanza può essere tuttavia ridotta.

## **Impiego di vetrate isolanti triple**

Nelle vetrate isolanti triple (doppia camera), specie se composte con più lastre rivestite con coating, si realizzano condizioni di sollecitazione termica particolarmente elevata. Laddove le specifiche progettuali richiedano l'impiego di vetrate isolanti triple, per prevenire il rischio di rotture della lastra centrale è opportuno, in sede di progettazione, valutare la necessità di eventuali lavorazioni aggiuntive, come un'accurata molatura dei bordi o il trattamento termico. In certi casi l'utilizzo di vetro extra-chiaro a basso contenuto di ferro può essere sufficiente a ridurre il rischio.

## Nomenclatura

- Lastra di vetro: elemento piano di materiale vitreo, trasparente o semitrasparente, destinato a costituire parte dell'involucro edilizio, con funzione di chiusura e di passaggio della luce naturale.
- Vetro di base: prodotto originario ottenuto per laminazione o colata continua, successivamente sottoposto a lavorazioni (taglio, molatura, tempra, coating, stratificazione, ecc.) per realizzare il prodotto finito.
- Coating (rivestimento): deposito superficiale di sostanze metalliche o ossidi metallici che conferiscono al vetro specifiche proprietà (basso emissivo, riflettente, autopulente, selettivo, ecc.).
- Vetro isolante (doppio o triplo): composizione di due o più lastre di vetro separate da una o più camere d'aria o di gas, sigillate lungo il perimetro, finalizzate al miglioramento delle prestazioni termiche e acustiche.
- Intercalare: elemento di separazione (dischetto di sughero, feltro, neoprene, ecc.) posto tra le lastre durante lo stoccaggio per evitare contatti diretti e distribuire uniformemente i carichi.
- Cavalletto di stoccaggio: struttura inclinata (circa 6° rispetto alla verticale), rivestita con materiale morbido, destinata a sostenere le lastre di vetro durante la conservazione in cantiere.
- Iridescenza: fenomeno superficiale dovuto all'ossidazione del vetro in ambienti umidi, riconoscibile da riflessi colorati o da una patina biancastra.
- Rottura spontanea da sollecitazioni termiche: frattura della lastra generata da tensioni interne causate da disomogeneità di temperatura tra diverse zone del vetro.
- Guarnizione di tenuta: componente elastica posta tra il vetro e il telaio, atta a garantire la tenuta all'aria e all'acqua e a compensare i movimenti differenziali.
- Gocciolatoio: profilo o elemento tecnico che impedisce il ristagno e la caduta dell'acqua sulla superficie del vetro, favorendone lo scarico.
- Deposito superficiale esposto: strato funzionale (coating) posto sul lato esterno della lastra, che richiede particolari precauzioni di pulizia e manutenzione.
- Vetro autopulente: vetro trattato con coating photocatalitico e idrofilo in grado di facilitare la rimozione dello sporco mediante l'azione combinata della luce solare e dell'acqua piovana.
- Dilatazione termica: variazione dimensionale del vetro in funzione della temperatura, che può generare tensioni interne.
- Manutenzione ordinaria: insieme delle operazioni periodiche di pulizia, verifica e controllo atte a mantenere le prestazioni e la durabilità del sistema vetrato.





**ASSEVETRO**

Associazione Nazionale degli Industriali del Vetro