

I nuovi materiali da costruzione: il vetro

Tipologie ed applicazioni del vetro nell'edilizia

Mariangela Minimo, Ingegnere civile

Il vetro: applicazioni dell'edilizia moderna

Tipologie di vetro più comunemente utilizzate ed applicazioni nelle costruzioni

Utilizzo del materiale nell'edilizia civile: funzione di illuminazione, isolamento, e decorativa

Questo articolo ha lo scopo di presentare il vetro, come materiale conosciuto ma da rivisitare in edilizia, in quanto, con le nuove applicazioni proposte nell'edilizia, si è avuta applicazione di un materiale classico, finora usato soltanto con lo scopo di illuminare i vani, per cui prettamente legato al sistema vuoti pieni, che si realizza in tutti gli edifici con struttura intelaiata in cemento armato ma anche in muratura, per cui per tanti anni, si sono dimenticate le funzioni alternative di questo materiale, utilizzandolo soltanto per le sue funzioni di trasparenza e resistenza, in modo da poter rispettare i limiti minimi di luminosità previsti dalla legge, e di permettere una vivibilità migliore delle abitazioni.

Oggi tale materiale è stato completamente riscoperto, e le applicazioni nell'edilizia sono sempre più varie e non solo efficaci ma anche alternative e sempre più spinte, nel cercare di alleggerire il peso strutturale ma anche visivo, per coloro che vivono quotidianamente negli ambienti di progetto. Applicazioni che utilizzano tipologie di vetro diverso quale quello camera, per gli isolamenti dall'esterno degli infissi di porte e finestre, sempre più utilizzato e migliorato, sottoponendolo a test di resistenza, ingnifughi e di isolamento termico ed igrometrico. I tipi di vetro oggi più comuni sono:

- Il vetro delle vetrature per l'edilizia civile, oggi viene considerato un elemento fondamentale per le sue caratteristiche di illuminazione, e anche di barriera al riscaldamento, per cui si preferisce considerare il materiale come isolante per gli infissi esterni e per dividere gli ambienti esterni da quelli interni, vengono utilizzate diverse tipologie di vetro a seconda del costo che si è disposti ad investire ed della resa energetica che si vuole ottenere. Sovente accade che anche nell'edilizia privata i materiali scelti per isolamento dall'esterno, tra i quali è contemplato anche il vetro, abbiano diverse caratteristiche legate al tipo di isolamento che si vuole ottenere, per cui esistono tipi di vetro semplice, che oggi non sono più in commercio per ciò che riguarda gli infissi, mentre più utilizzati sono i vetri-camera, che possono avere diversi tipi di spessore, ed utilizzare come isolante un gas inerte o semplicemente il vuoto. Se si aggiunge il gas inerte il contenimento del calore dall'interno all'esterno aumenta, facendo così diminuire i costi investiti nel riscaldamento o viceversa d'estate, e nello stesso tempo il fenomeno della convezione si riduce, ottenendo un isolamento ottimo. Inoltre i vetri che hanno un gas inerte all'interno e hanno un certo spessore, quasi non permettono al rumore oltre una determinata soglia di entrare nell'edificio. Questi vetri secondo la Direttiva CE e secondo le caratteristiche previste dai criteri di qualità UNI EN, permettono infatti di migliorare la qualità di tutto l'edificio, inoltre

oltre ad essere conformi alla normativa sul risparmio energetico, permettono di controllare quello che è il grado di illuminazione dei vani, per cui si potrebbero in teoria, utilizzare vetri diversi, per diversi vani, dedicati ad usi diversi. In particolare il flusso di calore proveniente dall'esterno, soprattutto nella stagione calda, nei luoghi nei quali il riscaldamento medio esterno tocca una soglia elevata, come tutte le regioni meridionali, ha uno specifico utilizzo, che in alcuni vani è quello di contenere il calore, come la zona notte, soprattutto d'inverno, mentre in altri è di non far aumentare la soglia di calore che d'estate in zone calde, influenza l'aumento dei costi di raffrescamento, che non toccano una sola unità abitativa, ma decine di migliaia di unità disposte nella stessa zona.

- Il vetro degli uffici, solitamente noto per la sua opacità, è stato un'applicazione americana degli anni '60-'70, legato soprattutto agli edifici che hanno conosciuto uno sviluppo verticale, quali i grattacieli. Oggi questo vetro si trova comunemente in tutte le costruzioni, di tipo industriale, per la zona uffici, od anche negli edifici scolastici più innovativi. Quello che stupisce di questo materiale, è che anche variando i trattamenti di colore ad esso imposto, che lo fanno mutare dal grigio argento al verde scuro, esso risulta molto utile per contenere l'irraggiamento solare, per cui il colore classico a noi noto, ne riflette in parte l'irraggiamento diretto ed in parte quello indiretto, inoltre ha la caratteristica di ridurre la rifrazione solare, per cui gli edifici stessi ne acquistano in miglioramento legato alla funzionalità ed utilità del vetro stesso, ed anche in un miglioramento dell'aspetto esteriore che grazie alla sua versatilità, permette di assemblare moduli continui in serie, costruendo intere pareti vetrate senza per questo togliere alla staticità dell'edificio, anzi dando un aspetto moderno e leggero all'intero edificio. Gli svantaggi di questo tipo di vetro sono la scarsa resistenza alla sollecitazione esterna legata ad eventi climatici particolarmente violenti, quali tempeste o uragani, mentre resiste bene ai temporali, in quanto la resistenza agli urti anche di materiali sospesi in aria è scarsa, anche perché una maggiore superficie vetrata ha lo svantaggio di diminuire la resistenza a rottura ed a trazione della parete, aumentando le probabilità di rottura in caso di urto con oggetti sospesi nell'aria. Tale tipologia di vetro, trova impiego anche nelle costruzioni per uffici, di tipo civile, ed in Italia è stato molto utilizzato come paramento per estese superfici in costruzioni limitrofe alle zone costiere, laddove la vicinanza del mare, e quindi del contenuto di Iodio e sale presente nell'aria è elevata, per cui si è visto che costruendo pareti con questo materiale invece che in paramenti murari, coperti di intonaco, i costi di manutenzione si riducevano esponenzialmente, soprattutto in edifici con grandi pareti o superfici esposte, laddove questi costi sono legati essenzialmente alla reazione di carbonatazione del sale con il materiale costituente gli intonaci, in quanto l'intonaco ha una certa permeabilità ed il sale penetra nei pori e si lega alla pasta di cemento, anch'essa porosa, creando una sostanza solubile all'aria, e formando quindi dei buchi veri e propri sulle superfici, pericolosi dal punto di vista strutturale quando si formano sul telaio della struttura, in particolare scoprendo i ferri delle armature e corrodendole, ed antiestetici sulle facciate degli edifici. Questo tipo di vetro invece ben resistente alle arie marine, fornisce una convenienza nella riduzione dei costi per la manutenzione delle facciate, ed un effetto estetico gradevole. Inoltre data la vicinanza al mare, con le strutture in cemento ed i paramenti in muratura, non era possibile costruire per piani molto elevati, in quanto i terreni di fondazione risultavano essere sovraccaricati dal peso della struttura. Ed come è ben noto la natura litologica dei terreni costieri spesso non

consente di poter sviluppare un certo tipo di struttura verticale, in quanto il terreno che troveremo alla scavo sarà deformabile ai carichi. Invece usare questo materiale per paramento al posto dei materiali in laterizio consente di ridurre di molto il peso della struttura sulla fondazione, permettendo così di poter realizzare edifici a piani più elevati di quanto permetterebbe il semplice utilizzo di cemento e laterizio.

- Infine abbiamo i vetri specifici per degli scopi come quelli rinforzati o quelli blindati, oppure ancora quelli decorativi. I primi trovano applicazione nell'ingegneria civile per costruzioni particolari oppure per isolamento di camere di sicurezza oppure per vetrine di scopo specifico, i secondi invece sono utilizzati nell'edilizia civile per abbellimento decorativo, si parte da quelli più economici sino a quelli filati al piombo artigianali, che arrivano ad avere un costo molto elevato, ma per la loro originalità, che di solito riproduce un disegno pre – concepito, sono utilizzati anche negli edifici ecclesiastici, per riprodurre scene di vita sacra, tali da sostituire anche eventuali danni che si siano apportati ad antiche vetrate. Esempio di tale utilizzo sono i bellissimi vetri decorativi utilizzati in tutte le principali basiliche e chiese maggiori, come quelli di Saint Marie Le Chapelle, in Francia oppure anche nel Duomo di Milano, o nella chiesa di San Vincenzo ed Anastasio a Roma, etc. I vetri utilizzati in queste opere, che col tempo hanno acquisito la caratteristica di antico e poi sono divenuti patrimonio dell'umanità, è quella di un forte spessore, che fornisce resistenza agli urti ma anche agli agenti atmosferici come il vento e le forti piogge, inoltre la fusione a piombo, che a volte li fa definire anche vetri piombati, ne rende la coesione dei diversi pezzi, simile ad un tutt'uno. In effetti lo spessore serviva proprio ad aumentare la resistenza in quanto la rappresentazione delle scene sacre richiedeva una superficie ben più elevata di quella necessaria all'illuminazione solamente, per cui tale spessore permetteva una colatura del piombo che cementava tra loro i diversi pezzi. Oggi i vetri piombati di questo tipo vengono utilizzati per sostituire danni a vetrate di questo genere oppure per abbellire edifici civili particolari.
- Ci sono poi vetri sperimentali, che riuniscono fibre di silice e di materie plastiche, il campo dell'ingegneria dei materiali si è spinto sempre oltre, in quanto questo materiale ha le caratteristiche di flessibilità, di plasticità e di facilità di lavorazione, in quanto a temperature modeste diventa lavorabile ed facilmente con le attrezzature di laboratorio è possibile andare a sperimentare nuove applicazioni, e provare l'accoppiamento con materiali eterogenei che completano le caratteristiche di resistenza a trazione o agli urti ed alla fragilità che al vetro manca. Il campo di sperimentazione del materiale vetro è forse quello più vasto, in quanto le sostanze con le quali esso può accoppiarsi sono molteplici: plastica, metallo, etc.

Nel campo dell'edilizia, così come in altri campi, come le comunicazioni o l'industria il vetro è un materiale fondamentale. Permette di costruire strutture altrimenti impensabili in quanto accoppiato alla carpenteria metallica, può assemblare edifici altissimi, di cui non si concepirebbe mai la costruzione col semplice utilizzo del cemento armato, inoltre le forme e le disposizioni permettono di realizzare un gioco continuo degli spazi, oltre che delle altezze, e naturalmente delle forme. Le vele di Dubai oppure i classici grattacieli di Manhattan, non si sarebbero mai potuti realizzare in cemento e mattoni. Le forme aerodinamiche degli edifici usati quasi come attrazione turistica e per lo più presenti in paesi emergenti, quali il Brasile, la Malaysia, la Cina ed anche l'Africa, per ospitare hotel oppure acquari, musei o centri congressuali, esprimono la svolta dell'edilizia, che laddove si

allontana dal edificio classico, utilizzato nell'edilizia popolare, incontra delle esigenze diverse, non più legate alla semplice funzione ma anche a canoni di eleganza e che siano manifesto di ricchezza o simbolo di crescita verso un futuro orientato alla tecnologia ed all'osare. In Europa si tende al contenere quelle che sono le idee che vanno oltre la costruzione tradizionale, ma anche per noi ingegneri, accanto al calcolo delle strutture, deve accompagnarci l'idea del diverso, della novità, dell'osare nel progetto delle strutture e dell'innovazione continua dei materiali che usiamo. Quindi il progetto non andrebbe più visto come mero calcolo e scelta architettonica, ma deve essere propositivo nei confronti del committente, al quale andrebbero fornite una serie di scelte progettuali, anche nell'utilizzo di materiali alternativi. Esempio di scelte azzardate può essere la costruzione della cupola di vetro e plastica dell'aeroporto Charles De Gaulle in Francia, la cupola realizzata in materiale misto, non ha sorretto ai carichi esterni ed è crollata su se stessa. A chi addurre la colpa? Probabilmente i materiali utilizzati di vetro-plastica, non hanno sorretto ai forti venti che spirano in quella zona, per cui si sono create delle micro-lesioni nella cupola che è finita per crollare. Come si sarebbe potuto evitare?

Forse la superficie soggetta al carico esterno era troppo elevata, per cui sarebbe stato necessario ridurre la superficie esterna soggetta al vento ed alla pioggia, oppure utilizzare un vetro di uno spessore maggiore e quindi più resistente ai carichi eventuali. Per cui diciamo che se l'opera fosse stata più ben pensata non sarebbe accaduto nulla. Si definisce in questo modo un *modus operandi* per cui le opere realizzate vanno pensate in tutti gli aspetti, anche nell'evento che potrebbe non accadere mai, soprattutto quelle pubbliche come questa. A questo proposito è ben vedere quello che ci indicano le direttive europee, in quanto i limiti delle verifiche di resistenza ai quali devono resistere i materiali sono diversi, e sono diventati sempre più restrittivi in quanto è sempre bene operare in buona sicurezza, poiché i materiali compositi vengono usati soprattutto in opere di pubblico interesse per cui è fondamentale la salvaguardia della vita. Secondo le ultime direttive europee si fa riferimento ad: UNI 6534-74:1994 Vetrazioni in opere edilizie, Progettazione, materiali e posa in opera; UNI 7143-72:1972 Spessore dei vetri piani per detrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve; UNI 7499:1975 Prove su vetro. Misura spettrofotometrica del colore; UNI 7885:1978 Prove su vetro. Determinazione dei fattori di trasmissione dell'energia solare; UNI 8034:1979 Prove su vetro. Determinazione della trasmissione luminosa in illuminante a, con spettrofotometro; UNI 7697:2007 (revisione dell'edizione 2002) Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie; UNI EN 356:2002 Vetro per edilizia. Vetro di sicurezza. Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale; UNI EN 572-1:2004 Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche; UNI EN 572-2:2004 Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro float. UNI EN 572-3:2004 Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro lustrato; UNI EN 572-4:2004 Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro tirato; UNI EN 1063:2001 (sostituisce UNI sp 6539-1969 UNI 9187) Vetro per edilizia. Vetrate di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili, UNI EN 1288-1:2001 Vetro per edilizia. Determinazione della resistenza a flessione del vetro. Principi fondamentali delle prove sul vetro; UNI EN 1748-1-2:2005 Vetro per edilizia. Prodotti di base speciali - vetri borosilicati. Parte 1-2: Valutazione di conformità / Norma di prodotto.

Le ultime applicazioni nel campo dell'ingegneria civile per quanto concerne l'utilizzo spinto dei vetri sono legate alle applicazioni in costruzioni quali: gli hotel realizzati lungo tutta la linea costiera, la scoperta di strutture reticolari mai viste prima nei vetri metallici, l'utilizzo del vetro come materiale non solo isolante ma di costruzione vero e proprio, tale che intere facciate anche ventilate possono essere realizzate in vetro, assemblando pannelli di materiale omogeneo ma di una superficie estesa ben oltre la normale superficie di produzione, cosicché le facciate siano costituite da elementi di superficie maggiore creando pochissimo spazio alle infiltrazioni di vento o acqua, e fornendo una migliore resistenza all'esposizione agli agenti climatici, e quindi agli sforzi ed alle tensioni da essi trasmessi.