



# **QUANTO DURA UN SERRAMENTO IN PVC?**

Milano, ottobre 2018

I serramenti esterni sono l'elemento più significativo della facciata di un edificio.

Alcuni progettisti lo hanno definito l'intelligenza dei muri come a significarne l'importanza non solo estetica ma funzionale.

Il serramento, in relazione alla parte opaca ovvero il telaio, viene esposto a due tipologie di clima molto differenti fra loro: il lato interno, con clima più uniforme e costante, il lato esterno con sbalzi climatici di notevole importanza ed influenza.

Il PVC utilizzato per realizzare i profili dei telai è stato molto studiato, analizzato con verifiche di laboratorio e reali.

L'aspetto più interessante non è solo l'invecchiamento del colore superficiale ma la variazione delle caratteristiche meccaniche del profilo dopo anni di esposizione alle differenti caratteristiche climatiche.

Come è possibile immaginare le condizioni del clima possono influenzare la durata prestazionale dei materiali e non è facile rispondere alla domanda: quanto dura?

Per rispondere sono stati raccolti gli studi più significativi con una base scientifica in modo da poter supportare adeguatamente le argomentazioni necessarie alla finalità richiesta.

Da oltre trent'anni il PVC rigido viene monitorato, sottoponendolo a prove con agenti atmosferici naturali e assoggettato alle più svariate sollecitazioni. Le esperienze fino ad oggi acquisite dimostrano che il materiale PVC rigido ha fornito risultati idonei per essere impiegato in applicazioni all'esterno, mediante una adeguata manutenzione.

Per **manutenzione** ovvero cura si deve intendere:

- regolare controllo e cura di guarnizioni e ferramenta;
- controllo del cosiddetto terzo piano di tenuta, della impermeabilizzazione fra telaio della finestra e il vano di posa;
- pulitura dei vetri e dei profilati con acqua.

Ciò nondimeno, non esiste alcun materiale che sia assolutamente stabile agli agenti atmosferici.

Quando le conseguenze della esposizione agli agenti atmosferici diventano visibili o misurabili, allora è solo una questione di tempo. Per quanto riguarda il vetro occorrono molti decenni, nel legno

l'influenza dei predetti agenti può venir constatata dopo alcuni anni, a seconda del pre-trattamento che esso ha ricevuto, per il cartone sono sufficienti anche poche ore e sull'acciaio può formarsi la ruggine già durante una notte, a meno che non si sia proceduto ad un trattamento.

Il quesito va quindi posto in termini più esatti: **fino a che punto gli agenti atmosferici esercitano la loro influenza e su quali proprietà del materiale.**

Per quanto riguarda il profilato per finestre di PVC questo quesito può venire ulteriormente suddiviso, facendo distinzione tra il cambiamento delle **proprietà fisico-meccaniche** ed il cambiamento **dell'aspetto** dei profilati (stato superficiale).

Le proprietà meccaniche più importanti dei profilati per finestre possono venire descritte alla luce del modulo elastico del comportamento nella prova di trazione e della tenacità. Lo stato superficiale può venire descritto sostanzialmente con riferimento al valore massimo della rugosità ed al colore.

Prima di occuparci dei risultati delle analisi attinenti a questi due quesiti (proprietà meccaniche e stato superficiale), si devono affrontare i processi chimici che si verificano durante l'esposizione di profilati di PVC rigido agli agenti atmosferici.

Per esposizione agli agenti atmosferici si devono intendere tutte le influenze esercitate dalla luce (visibile e invisibile), dalla temperatura, dall'umidità e dalle sostanze presenti nell'aria.

## **MUTAMENTI CHIMICI DI PROFILATI DI PVC ESPOSTI AGLI AGENTI ATMOSFERICI**

Da analisi condotte iniziate nel 1978 è risultato che quanto avviene effettivamente durante l'esposizione agli agenti atmosferici di profilati di PVC può venire descritto nel modo più semplice con i cosiddetti metodi classici di prova sperimentali di laboratorio.

### **Determinazione dei doppi legami C=C e C=O**

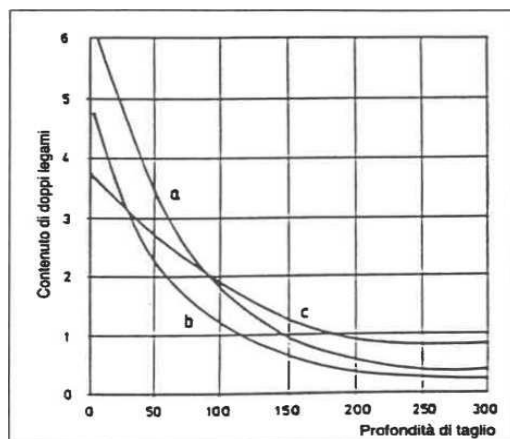
Il PVC è un polimero che presenta doppi legami di carbonio che sotto l'effetto della radiazione solare UV possono rompersi e produrre nuovi legami con l'ossigeno.

La ricerca dei doppi legami permette di identificarne la presenza e la relativa posizione all'interno del materiale.

Le mescole di PVC sono create appositamente con additivi adeguati, finalizzati ad impedire la

rottura dei doppi legami.

Con questo metodo viene rilevato, mediante speciali procedimenti chimici e fisici, il quantitativo dei doppi legami C=C e C=O prodotti dalle influenze atmosferiche, in funzione della profondità del taglio (Fig. 1). Il contenuto di doppi legami C=O (determinato secondo due metodi) va nettamente diminuendo verso l'interno.



a: gruppi C — O su ogni 1000 atomi C (I 725cm<sup>-1</sup>), b: gruppi C — O su ogni 1000 atomi C (I 705 cm<sup>-1</sup>), c : gruppi C — C su ogni 1000 atomi C

Fig. 1 - Cambiamento chimico del PVC dopo 15 anni di esposizione agli agenti atmosferici

Altrettanto deve dirsi per il numero dei doppi legami C=C.

A circa 200 microns, tutte e tre le curve si orientano verso l'interno ad un livello costante, vale a dire che a partire da questo punto si trova soltanto PVC intatto, cioè non danneggiato dagli agenti atmosferici.

### Stabilità residua

Un ulteriore criterio di valutazione per la capacità di resistenza del PVC alla sollecitazione degli agenti atmosferici è costituito dalla cosiddetta stabilità residua, che viene determinata in un forno a 180°C, secondo la Norma DIN 53-381. Per poter valutare l'influenza esercitata dalla esposizione agli agenti atmosferici, è stata determinata e confrontata la stabilità residua su campioni prelevati dal lato esposto e dal lato interno di profilati di una finestra esposta per 15 anni agli agenti atmosferici. Sul lato interno non esposto agli agenti atmosferici la stabilità risultava di 111 minuti, quella sul lato del profilato esposto era di 94 minuti.

La diminuzione della stabilità residua sul lato del profilato esposto va attribuita esclusivamente alla influenza di uno strato sottile danneggiato dagli agenti atmosferici. Con l'asportazione di questo

strato in tagli rispettivamente di 30 microns, si può dimostrare, alla luce della stabilità residua di questi strati asportati, che già ad una profondità di 120 microns, viene misurato un tempo costante di stabilità e che quindi non si manifesta più alcun danneggiamento del materiale dovuto alla sollecitazione da agenti atmosferici (Fig. 2).

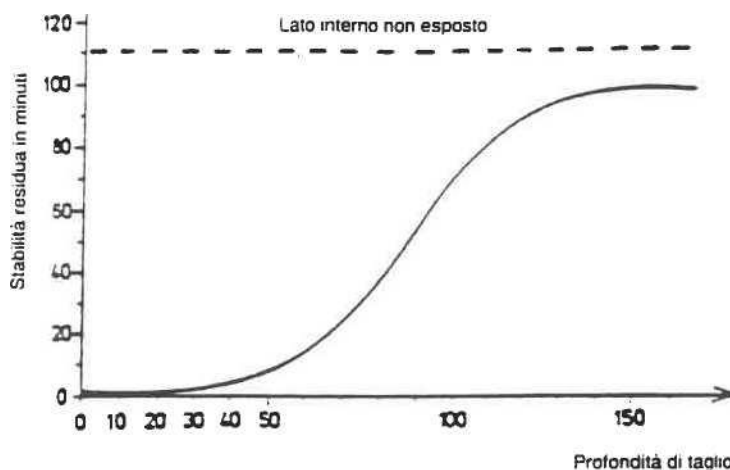


Fig. 2 - Stabilità residua in funzione della profondità di taglio.

## Conclusione

Il cambiamento chimicamente determinabile di profilati di PVC esposti agli agenti atmosferici termina ad profondità di 120-200 microns, misurata a partire sulla superficie.

## CAMBIAMENTI FISICO-MECCANICI E VISIVI IN PROFILATI DI PVC ESPOSTI AGLI AGENTI ATMOSFERICI

Finestre con telai di PVC sono tenuti da circa 18 anni sotto osservazione ad intervalli regolari.

Da esami visivamente condotti è risultato che tali finestre sono ancora perfettamente funzionali. Le superfici dei profilati appaiono lisce e si prestano ad una agevole pulitura. I profilati bianchi non manifestano nessun scolorimento degno di rilievo.

Quelli di colore scuro presentano naturalmente uno schiarimento di tinta sul lato esposto agli agenti atmosferici.

Per il controllo delle proprietà del materiale, sono state smontate finestre esposte agli agenti atmosferici per 8 e 15 anni, allo scopo di esaminare ritagli di profilati e campioni di materiale.

Queste analisi sono state effettuate in conformità delle "Disposizioni relative alla qualità ed alla prova di profilati per finestre di materia plastica e di finestra in plastica RAL/RG 716/1".

L'osservanza dei requisiti stabiliti dalle disposizioni RAL costituisce il presupposto per il conferimento del marchio di qualità per nuovi sistemi di profilati per finestre.

		Dopo 8 anni		Dopo 15 anni	
		Lato interno	Lato esterno	Lato interno	Lato esterno
Resistenza meccanica Carico di snervamento secondo DIN 53455	N/mm <sup>2</sup>	41	46	47	46
Resistenza a rottura secondo DIN 53455	N/mm <sup>2</sup>	31	32	32	33
Allungamento sotto carico di snervamento	%	3	3	4,3	4,4
Modulo E nella prova di traz. DIN 53457	N/mm <sup>2</sup>	2960	2870	3020	3100
Resistenza all'urto Prova d'urto sotto flessione DIN 53753 <sup>(1)</sup> Urto su lato esterno del profilato	kJ/m <sup>2</sup>	22	20	23	21
Urto su lato interno del profilato	kJ/m <sup>2</sup>	20	17	21	16
Variazione dimensionale dopo invecchiam. artific. <sup>(2)</sup>	%	1.0	1.0-1,2	1.2	1,2
Scolorimento da esposiz. agli agenti atmosferici secondo la scala tessile dei grigi	differenza dall'originale in gradi	4-5	3-4	4-5	3

(1) Intaglio a doppia V, r — 0.1 mm, temperatura di prova + 23°C.

(2) Accorciamento dei profilati, misurato dopo 1 ora di invecchiamento artificiale a 100°C.

Fig. 3 - Risultati delle prove condotte su finestre di PVC esposte agli agenti atmosferici per 8 e 15 anni.

	Resistenza d'angolo del telaio fisso		Resistenza d'angolo del battente	
	Carico di rottura	Differenz a dal	Carico di rottura	Differenz a dal
	N	%	N	%
dopo 8 anni	6330	+ 2	5330	— 5
	5300	-14	5500	- 1
	6950	+ 12	5940	+ 7
dopo 15 anni	8000	+ 8	5750	-10
	8500	+ 15	5600	-13
	6540	-11	6480	+ 1
	6490	-12	7820	+22

Fig. 4 - Resistenza d'angolo misurata su finestra di PVC/A esposta per lunghi anni agli agenti atmosferici.

I valori riscontrati durante i controlli eseguiti sul lato interno dei profilati possono essere ritenuti quasi come valori di partenza per il materiale non esposto agli agenti atmosferici. Nel confronto con questi valori si possono stabilire i cambiamenti intervenuti ad opera della esposizione agli agenti

atmosferici.

Allo scopo di constatare il comportamento di resistenza e di deformazione di PVC esposto agli agenti atmosferici, sono stati prelevati campioni da profilati smontati ed esaminati in conformità delle Norme DIN in vigore.

Ne sono risultati valori che si differenziano in misura irrilevante l'uno dall'altro, in funzione della posizione dei campioni nei profilati e della loro età. I moduli di elasticità non rivelano che differenze assolutamente irrilevanti.

L'orientamento del materiale introdotto nella estrusione di profilati per finestre determina con il successivo riscaldamento la contrazione dei profilati. Secondo le disposizioni RAL, dopo un'ora d'invecchiamento artificiale a 100°C il ritiro dei profilati non deve essere maggiore del 2%.

Secondo il medesimo procedimento è stato misurato anche il ritiro dei profilati per finestre di PVC esposti agli agenti atmosferici. Il valore massimo consentito non è stato raggiunto.

Poiché i valori di ritiro misurati ricorrono anche per i profilati non assoggettati agli agenti atmosferici, si può ritenere che il carico termico nella esposizione agli agenti atmosferici naturali non ha determinato se non un bassissimo ritiro dei profilati.

Un criterio di valutazione della resistenza di profilati di PVC alla sollecitazione da agenti atmosferici è lo scolorimento delle superfici.

La valutazione dei profilati assoggettati per lunghi anni agli agenti atmosferici naturali è stata formulata sulla base della scala dei grigi di cui alla Norma DIN 20105. A confronto con i lati interni non esposti dei profilati cavi colore antracite (grado 5), dopo 8 anni di esposizione agli agenti atmosferici naturali si sono verificati soltanto scolorimenti tali da superare e rispettivamente corrispondere al grado 3 della scala dei grigi. Siffatti scolorimenti sono assai difficilmente percettibili dall'occhio umano nella finestra (incorporata) nella costruzione. Dopo 15 anni di esposizione agli agenti atmosferici naturali, lo scolorimento degli stessi profilati ha raggiunto il grado 3 della scala dei grigi.

Gli angoli delle finestre sono stati rimossi tagliando i necessari campioni dai telai dell'infisso e del battente, in guisa tale da consentire l'esame della loro resistenza attraverso la prova a compressione, in conformità delle disposizioni RAL. Poiché i battenti e telai erano stati realizzati con

profilati diversi, sono risultati anche valori diversi della resistenza d'angolo. Le norme esigevano semplicemente che i singoli valori di tutte le prove non divergessero troppo l'uno dall'altro, le differenze sono rimaste sempre al di sotto del 30%, sia per le finestre in uso da 8 che per quelle in uso da 15 anni, soddisfacendo così i requisiti imposti per le nuove finestre.

Gli scolorimenti dei lati di profilati per finestre assoggettati agli agenti atmosferici possono essere attribuiti anche al fatto che sotto l'influenza di questi agenti, la superficie viene irruvidita.

Allo scopo di rendere visibile l'entità di questo irruvidimento, sono state realizzate riprese al microscopio elettronico a scansione lineare di sezioni e di superfici prelevate da campioni esposti e, per il confronto, da campioni non esposti agli agenti atmosferici.

Le immagini ottenute hanno dimostrato che l'irruvidimento di un lato di profilato esposto agli agenti atmosferici, visibile con un ingrandimento di 1000 volte, arriva fino ad una profondità da 20 fino a 25 microns.

Per il valore utile di una finestra nella pratica, un irruvidimento di così scarsa entità non riveste alcuna importanza.

## **Conclusione**

Le esperienze acquisite nelle condizioni pratiche nell'arco di tempo di 18 anni e le analisi condotte su vecchie finestre smontate hanno dimostrato che con le sollecitazioni di agenti atmosferici che si verificano nell'Europa centrale non intervengono cambiamenti degni di rilievo nella idoneità pratica e nelle proprietà del materiale.

Queste constatazioni trovano riscontro con le esperienze acquisite nel corso di 25 anni con finestre di PVC.

Anche i profilati per finestre di PVC sono soggetti alle influenze degli agenti atmosferici. Ma anche dopo lunghi anni di esposizione a questi ultimi, i cambiamenti che intervengono nelle proprietà fisico-meccaniche e chimiche sono talmente irrilevanti, che non esercitano alcun effetto pregiudizievole sulla funzionalità delle finestre.

I cambiamenti che intervengono alle superfici dei profilati si limitano ad uno spessore di circa 150 microns, cioè ad uno strato molto sottile della superficie, e non rivestono praticamente alcuna



importanza per i profilati bianchi in quanto di regola non risultano visibili sulla finestra montata.

Per quanto riguarda i profilati colorati di PVC, il sottilissimo film danneggiato dagli agenti atmosferici determina, dopo circa 5-10 anni, uno schiarimento più o meno visibile, al quale, nella maggior parte dei casi, l'utilizzatore di queste finestre non attribuisce alcuna importanza.

Qualora si rivelasse necessario risanare per motivi estetici questi profilati per finestre di PVC divenuti più chiari, cosa che si è verificata solo in pochi casi, questi telai possono venire durevolmente rivestiti con adeguati sistemi messi a disposizione da svariati fabbricanti di prodotti vernicianti.