

IL SERRAMENTO INTELLIGENTE

Aprire o chiudere una finestra. Un gesto quotidiano al quale non ci si fa più caso, che però può assumere significati molto diversi. Si può chiudere una finestra per allontanare i rumori, per non fare entrare il freddo o, più semplicemente, per ritrovare la privacy.

Il componente edilizio “finestra” è sicuramente quello che assolve al maggior numero di funzioni abitative. Ed è forse per questo che il componente è stato ed è tuttora oggetto di studi e ricerche tecnologiche che tendono a migliorarne le prestazioni globali.

Non è casuale, poi, che in un momento in cui si assume maggiore concretezza la filosofia dell’automazione e della gestione centralizzata ed integrata delle funzioni normalmente svolte da sistemi separati (dal controllo climatico alla sicurezza, dalla comunicazione all’illuminazione), si guardi alla finestra con particolare interesse.

In quest’ottica la finestra può dare ancora di più e le sue prestazioni possono essere spinte oltre i limiti imposti da un suo utilizzo classico tipicamente “manuale”: può diventare, insomma, intelligente.

Gli esempi di finestre ad “alta tecnologia” non mancano, specialmente nei paesi che si considerano patrie dell’home automation come Giappone, gli Stati Uniti e la Francia. In molti casi, si tratta di modelli inseriti in contesti lontani dalla realtà: di prototipi, insomma, che vogliono misurarsi con i limiti offerti dalla tecnologia.

Il discorso può essere affrontato in un modo diverso ma più funzionale e pratico. La finestra intelligente, quindi, non come gadget da inserire a tutti i costi per rendere più sofisticate e più “in” la casa, ma come sistema multifunzionale integrato che assicuri maggiore sicurezza, maggiore confort e, perché no, che contribuisca a ridurre le spese per l’energia termica o elettrica.

Per far questo è necessario rivedere i ruoli della finestra per poi confrontare questi con ciò che offre il mercato in termini di tecnologia. Solo da questo confronto è possibile verificare come possano essere automatizzate o rese “intelligenti” alcune funzioni. La caratteristica principale della finestra è quella di essere trasparente, quindi di consentire dall’interno una visione dell’ambiente esterno pubblico. E’ una finzione molto importante nella quale il componente si pone come interfaccia tra l’ambiente della casa, privato, e l’ambiente esterno pubblico.

La possibilità di aprire un serramento, quindi di eliminare la barriera che separa il pubblico dal privato, è un’esigenza irrinunciabile.

La trasparenza della finestra garantisce il passaggio della luce, quindi l’illuminazione naturale dell’ambiente interno, mentre la presenza di un elemento separatore, come il vetro, rappresenta una barriera più o meno efficace al passaggio del rumore, del freddo nei mesi invernali e del caldo in quegli estivi.

Le condizioni di benessere possono essere garantite, durante tutto l’anno, anche attraverso la ventilazione che si può ottenere semplicemente aprendo una o più finestre presenti nell’appartamento.

La finestra, infine, è anche sicurezza, quindi componente indispensabile affinché ogni tentativo di intrusione o di furto venga bloccato o almeno rallentato e scoraggiato.

Sicurezza, controllo climatico dell’ambiente, ed illuminazione sono anche le funzioni minime che ogni edificio deve essere in grado di garantire a chi lo abita. Si può quindi verificare come la

finestra, toccando in qualche modo tutte queste funzioni, sia un componente edilizio multifunzionale.

Per comprendere meglio il passaggio della finestra da componente tradizionale a componente tecnologico automatizzato o intelligente, è utile allargare il campo di azione partendo proprio dal sistema edilizio nel suo insieme.

Negli edifici “tradizionali” funzioni diverse sono gestite da sistemi diversi. L’impianto di riscaldamento, ad esempio, è dotato di un termostato che rileva la temperatura in ambiente e sulla base di questa accende, spegne o regola il generatore di calore. Così come un impianto di allarme attraverso una serie di sensori di vario tipo, controlla l’ambiente e, in caso di pericolo, emette una segnalazione di allarme, insomma avvisa che qualcosa di strano, qualcosa di anomalo sta succedendo. Il sistema che regola l’impianto di riscaldamento ed il sistema antifurto, ma di esempi se ne potrebbero fare tanti, sono completamente separati, quindi non sono in grado di scambiarsi informazioni e di interagire tra loro in alcun modo. Negli edifici automatizzati, invece, più funzioni, anche differenti tra loro, possono interagire e fare capo ad un unico punto di controllo. Sistema di sicurezza, sistema di controllo impianti e sistema di comunicazione possono in questo modo scambiarsi delle informazioni.

La convenienza a centralizzare tutte le funzioni di controllo e gestione di un edificio la si deve ricevere in due aspetti peculiari: la semplificazione concettuale dell’intero processo e, soprattutto, la sinergia che ne può derivare.





1) IL CONTROLLO DELLE INFORMAZIONI

Come funziona un sistema di automazione?

Ogni funzione elementare è caratterizzata da tre componenti: l'elemento sensore che rileva l'evento, l'elemento "intelligente" che lo analizza e l'elemento attuatore che interviene modificando la situazione ritenuta anomala. In un sistema di controllo della temperatura, ad esempio, se la sonda o il sensore di zona rileva un aumento della temperatura ambiente è necessario diminuire l'erogazione del calore.

Il sensore comunica alla centralina di controllo l'aumento di temperatura e questa, dopo aver vagliato l'informazione, spegne la caldaia oppure agisce su un organo di regolazione (pompa di circolazione, valvola motorizzata, ecc.). La stessa cosa, naturalmente, accade per gli altri sistemi come quello antifurto o quello di rilevazione delle fughe di gas.

Gli elementi direttamente in contatto con gli eventi, insomma le scintille dei sistemi di gestione, sono i sensori. Ora è chiaro che aumentando le funzioni di controllo e gestione aumenta la necessità di installare dei sensori, quindi di collegarli, con un sistema trasmissivo, alla centralina di controllo. Il sistema di collegamento più semplice è quello che si effettua attraverso una coppia di fili che, partendo dalla centralina di controllo, si connettono ai vari sensori. Nei collegamenti di questo tipo, in realtà, è possibile realizzare dei loop, dei circuiti ad anello, nei quali più sensori possono essere collegati in serie.

Un'alternativa al collegamento diretto tradizionale è quella rappresentata dalle onde convogliate, molto utilizzate nei sistemi ad uso domestico e residenziale. Come mezzo di trasmissione viene impiegato il normale impianto elettrico.

Ogni componente ha un codice e si è in questo modo sicuri che l'informazione inviata alla centralina, percorrendo la rete elettrica, giunga alla corretta destinazione. Ogni componente terminale (sensore o attuatore) è a sua volta dotato di un decodificatore.

I sistemi ad onde convogliate della prima generazione a volte sbagliavano indirizzo; quelli attuali, invece, sono dotati di un doppio sistema di trasmissione: quando il segnale viene inviato a destinazione, il componente che lo riceve invia a sua volta una segnalazione di conferma e sbagliare è praticamente impossibile.

La flessibilità dei sistemi ad onde convogliate è notevole, specie se l'impianto elettrico è dotato di parecchie prese. Variando la posizione del terminale, infatti, non varia l'indirizzo di destinazione dell'informazione.

Un'alternativa alle onde convogliate sono i sistemi completamente senza fili, nei quali il comando avviene a distanza con funzionamento a raggi infrarossi. I tre sistemi sopra citati sono adatti a sopportare situazioni in cui il numero dei sensori o degli attuatori installati non è elevato.

Il sistema che invece sembra prevalere, grazie anche alla sua semplicità concettuale e, soprattutto, alla sua flessibilità, è il BUS.

I vantaggi offerti da questa tecnica sono enormi.

La trasmissione dei dati, a partire dai sensori che controllano i diversi parametri, o dagli interruttori che trasmettono gli ordini agli azionatori inseriti nelle apparecchiature comandate, si può fare attraverso un BUS (Binary Unit System) che nella pratica in pratica un cavo telefonico che permette la trasmissione dei dati tra le apparecchiature collegate. Si tratta di un sistema (sensore, automatismo, azionatore) dispone della capacità di elaborare, decidere singolarmente, in funzione di programmi prestabiliti e senza che sia necessario passare attraverso un'unità centrale.

Il progetto BUS è tutt'altro che remoto. Venticinque aziende europee, tra le quali Legrand, BiTicino, la Siemens e l'AEG, hanno sottoscritto un'intesa per proporre al mercato europeo un sistema di installazione evoluto, operativo e affidabile.

Descrizione	Tipo	Installazione
Contatto magnetico	sensore	interna
Sensore rottura vetro	sensore	interna o esterna al vetro
Sensore antisollevamento	sensore	interna (avvolgibile)
Vetro varilux (cristalli liquidi)	attuatore	interna al serramento
Rilevatore passivo di infrarosso	sensore	interna o esterna
Rilevatore di fumo	sensore	esterna
Rilevatore di gas	sensore	esterna
Interruttore crepuscolare	sensore attuatore	interna o esterna



Dispositivo (sensore o attuatore)		Sottosistema funzionale											
		Sul serramento	Esterno al serramento	Securezza antideflagrazione	Securezza antirustazione	Securezza antincendio	Securezza gas	Securezza personale	Controllo climatico estivo	Controllo climatico invernale	Ventilazione naturale	Ventilazione forzata	Illuminazione
Sensore antifondamento			●	●									
Contatti magnetici			●	●			●		●				
Sensore su avvolgibile			●				●						
Automazione avvolgibile	Sonda termica		●				●	●	●				●
Automazione serramento	Sonda: termica, lux, gas		●			●	●	●	●	●			
Automazione sist. di oscuramento	Sonda: termica, lux							●					●
Radar esterno	Illuminazione interna		●				●						
Automazione bocchette sottolinfesta	Sonda: gas, temp., fumo				●	●		●			●		
Automazione ventilazione forzata	Sonda: gas, temp., fumo				●	●		●				●	

Finestra intelligente: stato dell'arte dei componenti

Descrizione	Tipo	Installazione
Temporizzatore	regolatore	esterna
Automazione avvolgibili	attuatore	interna
Automazione serrande	attuatore	interna
Sonda temperatura	sensore	esterna
Sensore illuminazione	sensore	interna o esterna
Segnalatore acustico	attuatore	esterna
Combinatore telefonico	attuatore	esterna
Modem	attuatore	esterna

Collegamento dei componenti del sistema di automazione (applicazioni domestiche)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ❑ Collegamento tradizionale ❑ Collegamento con sistema ad onde convogliate ❑ Collegamento senza fili ❑ Collegamento con bus |
|--|

Stato dell'arte dei componenti per l'automazione funzionale

Molti dei componenti comunemente utilizzati per l'automazione degli edifici, ed in modo particolare i sensori, possono essere installati direttamente sul serramento. La disponibilità, dei prodotti, veramente sorprendente, è illustrata in un apposita tabella che oltre a definire il tipo di elemento (sensore, attuatore,) ne identifica il punto di installazione (interno o esterno al serramento) Gli elementi riportati nella tabella riguardano solo quei componenti che in qualche modo sono legati alla presenza tipica del serramento.

I sensori che normalmente vengono montati direttamente sul serramento sono i sensori elettromeccanici ed a contatto magnetico che segnalano lo stato di allarme utilizzando l'azionamento meccanico di un contatto.

I rilevatori di apertura elettromeccanici, detti anche microcontatti, sono dei sensori che si mettono in stato di allarme per il movimento in apertura di una porta o di una finestra.

Fanno parte della famiglia dei sensori elettromeccanici i rilevatori ad interruzione di collegamento: sono costituiti da un collegamento stabilito da un filo sottile o da una sottile striscia conduttrice riportata sul vetro o sulla superficie da proteggere: la segnalazione di allarme è data dalla rottura del filo o dalla striscia a seguito di tentativi di interruzione o di scasso.

Tra i sensori elettromeccanici, infine, vanno segnalati quelli che si usano per proteggere le tapparelle.

I rilevatori a contatto magnetico, che utilizzano un principio di funzionamento completamente differente, sono costituiti essenzialmente da due parti, una delle quali è un magnete permanente.

Una parte del sensore viene montata sul telaio del serramento mentre l'altra, il magnete permanente, viene invece montata sulla parete mobile (l'anta).

L'allontanamento delle due parti, come ad esempio l'apertura dell'anta, provoca la segnalazione d'allarme.

Questi sensori, se montati su strutture metalliche, perdono notevolmente la loro sensibilità.

I sensori di vibrazione sono dispositivi che, se applicati alla superficie del serramento, sono in grado di sentire le eventuali vibrazioni provocate da un tentativo di scasso.

I sensori microfonic dei vetri sono particolari sensori che vengono utilizzati per proteggere le superfici dei vetri. Sono costituiti essenzialmente da una capsula microfonica che rileva le frequenze generate al momento della rottura del vetro dando la segnalazione di allarme.

Una delle innovazioni tecnologiche più recenti in fatto di vetri propone delle lastre che possono diventare opache o completamente trasparenti in tempo reale: basta girare un bottone.

Si tratta di vetri particolari nei quali l'elemento base è un film a cristalli liquidi incapsulati.

Quando l'interruttore è spento, quindi in assenza di tensione, le sferette con cristalli liquidi, disposte casualmente, impediscono alla luce di attraversare il film; accendendo l'interruttore invece, le sferette si allineano e si ottiene la condizione di trasparenza. Il costo di questi pannelli abbastanza elevato, nel giro di pochi anni potrebbe scendere.

Per l'automazione dei serramenti sono naturalmente disponibili sistemi elettrici per alzare o abbassare avvolgibili, schermi oscuranti o motorizzati di ogni tipo per aprire o chiudere in modo del tutto automatico le ante dei serramenti stessi.

I componenti sino ad ora descritti trovano la loro collocazione fisica proprio sulla finestra. Altri componenti, pur essendo montati all'esterno della finestra (dentro o fuori il locale) hanno con la finestra un legame comunque funzionale.

E' il caso, ad esempio, dei rilevatori di fughe di gas che potrebbero automatizzare, attraverso la centralina di controllo, l'apertura del serramento stesso, o l'attivazione di un ventilatore ad esso integrato, per cambiare l'aria.

La finestra come sottosistema integrato

E' abbastanza difficile immaginare l'aspetto fisico di una finestra intelligente. Non è detto, infatti, che una finestra debba essere equipaggiata con tutti gli accessori ed i componenti appena descritti.

La finestra intelligente, specie quando è ricca di funzioni, può essere concepita come un monoblocco nel quale la parte bassa è occupata da una serranda motorizzata, per consentire un controllo della ventilazione, e da un ventilatore. Nella parte superiore, quella trasparente, il suo aspetto sarà molto simile a quello di una finestra tradizionale. Indispensabile ovviamente, l'interfaccia con il sistema di automazione.

Tralasciando queste considerazioni, senza dubbio limitative, è molto più utile concepire la finestra intelligente in relazione a quello che è in grado di fare.

Per focalizzare meglio questi aspetti è stata costruita una matrice che confronta i dispositivi che possono equipaggiare una finestra con i sistemi funzionali che possono essere coinvolti nei processi di controllo e gestione.

Lo scopo di questa rappresentazione incrociata è anche quello di evidenziare le sinergie che possono emergere da una finestra intelligente quando questa non è concepita come componente a se stante ma come componente di un sistema di automazione. L'automazione della ventilazione forzata, è vero, il ricambio d'aria, ma può anche contribuire al raffrescamento estivo: quando la temperatura dell'aria esterna è più fresca, infatti, è conveniente attivare una ventilazione raffrescante. La presenza di un sistema di ventilazione forzato, infine, può essere utile anche in caso di rilevazione di fughe di gas o di rilevazione di presenza di fumo per il "lavaggio" dell'aria ambiente.

Di particolare importanza il sottosistema che riguarda la sicurezza personale, intesa come controllo sulla salute dell'individuo residente. Un semplice contatto alla finestra, ad esempio può essere utilizzato per prevenire tentativi di intrusione, ma, se gestito in modo "intelligente" può essere anche ottimo indicatore del fatto che le finestre vengono quotidianamente aperte, quindi che la persona che occupa l'appartamento, specie se è anziana, goda ottima salute.

La finestra intelligente

Gli obiettivi della finestra intelligente, o automatizzata che dir si voglia, sono chiari: aumentare la sicurezza antintrusione, prevenire i pericoli dovuti ad eventuale incendio o di fughe di gas, migliorare il confort termico ed al raffrescamento degli ambienti. La disponibilità di tecnologie, come si è visto, è notevole: la finestra intelligente, quindi, non è utopia ma realtà.

Esistono comunque dei problemi: tra questi i costi superiori, l'affidabilità nel tempo dei vari componenti, la necessità di manutenzione e controlli e la mancanza di uno standard sui sistemi di controllo e gestione degli edifici.

Per ovviare a questi problemi, e per creare un mercato ai serramenti automatizzati, è di primaria importanza definire degli standard per la predisposizione dei serramenti anche ad un inserimento successivo dei sistemi di automazione.

L'interazione più importante di un serramento evoluto avviene con l'aspetto termico e con la ventilazione degli ambienti.

L'utilizzo di tecnologie interattive con l'utente finale porta inoltre il progettista alla consapevolezza che i serramenti in materiale plastico (es. PVC) possono assumere un ruolo decisivo per le scelte funzionali.

2) LA PROGETTAZIONE TERMICA

Il bilancio energetico di un edificio è costituito da numerosi termini, dovuti in parte ad apporti di calore e massa endogeni, in parte ad interazioni con l'ambiente esterno.

Queste ultime sono "filtrate" dalle proprietà termocinetiche dei componenti di involucro, pareti opache e serramenti.

Il serramento è senza dubbio il componente più delicato dal punto di vista delle interazioni con l'ambiente esterno.

Le prestazioni del serramento hanno infatti una notevole influenza non solo sul bilancio energetico dell'ambiente, ma anche sulle condizioni di confort termoigrometrico e visivo, sulla qualità dell'aria indoor (attraverso le infiltrazioni d'aria) e sulla protezione dal rumore.

Da queste considerazioni scaturisce l'importanza della progettazione del sistema serramento e, in particolare, della progettazione termica..

I termini che influenzano il bilancio termico di un serramento

- ❑ Trasmissione del calore per conduzione nel vetro
- ❑ Trasmissione del calore per conduzione nel telaio
- ❑ Apporto solare (vetro e schermo)
- ❑ Infiltrazioni d'aria

In questa memoria, dopo aver analizzato i singoli termini del bilancio di energia e massa del serramento, si esaminano i metodi di calcolo e le soluzioni tecnologiche, tradizionali o innovative, offerte dal mercato per ottenere prestazioni termiche soddisfacenti.

Il bilancio di energia e massa del serramento

Ai fini dell'analisi del bilancio di energia e massa, il serramento può essere considerato come un insieme di comportamenti specializzati, essenzialmente il telaio (completo di sistema di chiusura e di guarnizioni di battuta) la vetrata e l'eventuale sistema schermante.

L'interazione termocinetica tra ambiente esterno ed interno attraverso il serramento è causata principalmente da tre fattori, legati alle condizioni meteorologiche e alle caratteristiche tipologiche e geometriche dell'edificio e del contesto territoriale circostante:

- La differenza tra temperatura esterna ed interna, che determina l'insorgere di flussi di calore attraverso telaio e vetratura.
- La radiazione solare diretta e diffusa incidente sulla faccia esterna del serramento che costituisce il cosiddetto "apporto solare".
- La distribuzione di pressione su lati esterno ed interno del serramento che determina, oltre ad eventuali azioni di tipo meccanico, l'infiltrazione o exfiltrazione di aria attraverso le battute delle ante apribili.

Metodi di calcolo utilizzabili a livello progettuale

Ai fini progettuali ed in particolare per serramenti di normale costruzione, l'effetto dei singoli termini del bilancio energetico può essere valutato separatamente dagli altri, risolvendo quindi per sovrapposizione il bilancio complessivo. Analisi più sofisticate, giustificabili in progetti di particolare impegno o laddove si adottino soluzioni tecnologiche fortemente innovative, implicano invece la risoluzione contemporanea delle equazioni di bilancio di energia e massa, possibile solo ricorrendo a modelli di calcolo teorico-numeric.

Per quanto riguarda la conduzione del calore nel complesso telaio + vetratura, dovuta alla differenza di temperatura esterno - interno ($T_e - T_i$), l'approccio corrente (adottato tra l'altro da una recente proposta di normativa ISO) si basa sull'unidimensionalità del flusso termico.

Il calcolo richiede la conoscenza di quattro dati:

K_t = trasmittanza termica del serramento (W/m^2K)

K_v = trasmittanza termica della vetratura (W/m^2K)

S_t = area frontale del telaio (m^2)

S_v = area frontale della vetratura (m^2)

In base ai quali è possibile calcolare la trasmittanza complessiva del serramento come media ponderale (dove l'aria costituisce il fattore di ponderazione), secondo l'equazione

$$K = \frac{K_t S_t + K_v S_v}{S_t + S_v}$$

E il flusso termico globale secondo la ben nota espressione

$$Q_{cond} = KS(T_e - T_i)$$

dove S è la superficie totale ($S_t + S_v$) del serramento.

L'applicazione di tale approccio, apparentemente così semplice e scontato, presenta tuttavia alcune difficoltà ed alcuni limiti che non devono essere sottovalutati.

Occorre innanzitutto disporre di dati attendibili per la trasmittanza del vetro e del telaio.

Per quanto riguarda la vetratura, un elemento di incertezza è dato dalla notevole sensibilità della trasmittanza al valore assunto per i coefficienti di adduzione lineare, in particolare per il valore esterno che è fortemente variabile con la velocità del vento.

Inoltre, per le vetrate di caratteristiche innovative, in assenza di certificazioni precise, si è obbligati ad affidarsi ai dati di catalogo forniti dal costruttore.

La radiazione solare interagisce con la vetratura attraverso i meccanismi della riflessione, trasmissione ed assorbimento. La radiazione trasmessa costituisce solo una parte dell'apporto di energia solare all'ambiente, in quanto ad essa si aggiunge la frazione della radiazione assorbita che viene ceduta all'interno per effetto combinato della convezione e della riemissione radiante nell'infrarosso.

Ai fini progettuali, l'approccio comunemente seguito consiste nel valutare l'apporto solare attraverso un unico coefficiente (detto "fattore solare") da cui risulta:

$$Q_{sol} = F_s S_v I_t$$

Dove

F_s = fattore solare (-)

S_v = area netta della superficie vetrata (m^2)

I_t = flusso di radiazione totale incidente (W/m^2)

Un approccio analogo è quello proposto dall'ASHRAE, in cui si considera come dato di radiazione solare anziché il flusso totale incidente, il flusso trasmesso da un vetro di riferimento (vetro semplice chiaro); in questo caso le proprietà della vetratura sono espresse, anziché tramite il fattore solare F_s , per mezzo di un coefficiente detto "Shading Coefficient" SC; il legame tra F_s e SC è dato da:

$$F_s = SC \cdot 0,9$$

Essendo 0,9 il fattore solare del vetro di riferimento.

I valori del fattore solare per il vetro in commercio sono reperibili nella letteratura tecnica oppure dalla manualistica termotecnica. Considerazioni analoghe possono essere fatte a proposito degli schermi, avendo ben presente che la protezione dello schermo rispetto alla vetratura influenza in maniera determinante le prestazioni del sistema. Un ulteriore elemento da prendere in considerazione è l'effetto della radiazione solare sulla conduzione nel telaio.

Tale fattore non ha importanza nel calcolo di progetto invernale (che trascura per sicurezza gli apporti solari), ma non può essere ignorato nel calcolo degli apporti estivi. Pur non esistendo specificazioni normative a riguardo, si può suggerire l'utilizzazione, nel calcolo del flusso termico di conduzione di conduzione, della "temperatura sole-aria", ovvero di una temperatura esterna equivalente, maggiorata rispetto a quella dell'aria per tenere conto dell'apporto della radiazione assorbita:

$$T_{\text{sole-aria}} = T_e + a \cdot I/h_e$$

dove

$T_{\text{sole-aria}}$ = temperatura dell'aria esterna (°C)

A = coeff. di assorbimento della radiazione solare (-)

h_e = coeff. di adduzione liminare (W/m²K)

Per quanto riguarda la permeabilità all'aria dei serramenti, esiste in Italia una classificazione normativa che fa riferimento ad un metodo di prova codificato a livello europeo.

E' bene chiarire, a scanso di equivoci, che la determinazione rigorosa della distribuzione di pressione in un edificio richiede un'analisi piuttosto complessa, in cui si tiene conto dell'interazione fra effetto dinamico del vento, effetto del tiraggio termico (effetto camino) dovuto alla differenza tra temperatura esterna ed interna ed azione dei componenti attivi di ventilazione ed eventuali apparecchi a combustione situati all'interno dei locali.

Per altro, nelle costruzioni realizzate secondo le tendenze recentemente affermatesi soprattutto in Europa settentrionale, il contributo dei serramenti alla ventilazione tende ad essere minimizzato, demandando il ricambio d'aria ad un sistema di "Ventilazione Meccanica Controllata" in cui l'immissione dell'aria di ricambio avviene in modo non casuale, attraverso aperture all'uopo predisposte oppure per mezzo di una vera e propria unità di trattamento aria.

Tipi di vetro; controllo delle dispersioni per conduzione

Le soluzioni tradizionali

- Vetro semplice
- Vetro camera

Lo stato dell'arte

- Vetro basso-emissivo

Le soluzioni innovative

- Intercapedini multiple
- Finestre ventilate

Tecnologie costruttive e progettazione termica

Nella tecnologia dei serramenti, accanto a soluzioni tradizionali ormai consolidate nell'esperienza, stanno trovando crescente applicazione soluzioni innovative, sia per quanto riguarda i materiali impiegati, sia per quanto riguarda l'integrazione del serramento nel sistema edificio-impianto.

Per quanto riguarda il telaio, i materiali tradizionalmente utilizzati in Italia sono il legno e i metalli (acciaio o alluminio e sue leghe). Il serramento in legno è soluzione tuttora valida, sia dal punto di vista architettonico sia delle prestazioni termiche, anche se gli elevati costi iniziali e di manutenzione ne hanno progressivamente ridotto la quota di mercato. Il principale limite del serramento metallico, ovvero l'elevata conduttanza termica del telaio, è stato superato con l'adozione del taglio termico, che interrompe la continuità interno - esterno della struttura.

Il serramento in PVC ha, dal punto di vista termico, prestazioni compatibili a quello in legno, con il vantaggio aggiuntivo di minori necessità di manutenzione.

Per quanto riguarda la vetratura, gli obiettivi da conseguire sono essenzialmente due, ovvero un'elevata resistenza termica (al fine di ridurre le dispersioni di calore e migliorare le condizioni di comfort termoigrometrico), e un adeguato controllo degli apporti solari, in relazione alla destinazione d'uso degli ambienti e alle esigenze di illuminazione naturale.

Si possono considerare come soluzioni "tradizionali" i vetri - camera (doppi e più raramente tripli, eventualmente con trattamento baso - emissivo di una delle due facce dell'intercapedine), con vetri chiari o assorbenti (colorati) oppure riflettenti (a specchio) e con l'aggiunta di schermature, posizionate all'interno o all'esterno della vetratura, operabili manualmente. Soluzioni più sofisticate prevedono schermature integrate nel serramento (ad esempio tende alla veneziana tra le due lastre di un vetro - camera), operabili meccanicamente ed eventualmente accoppiate ad un sistema automatico di controllo.

Tipi di vetro; controllo degli apporti solari

Le soluzioni tradizionali
<ul style="list-style-type: none">❑ Vetro chiaro + schermi operabili manualmente❑ Vetri assorbenti (colorati)
Lo stato dell'arte
<ul style="list-style-type: none">❑ Vetro riflettente❑ Schermi operabili meccanicamente❑ Sistemi vetrari con schermo incorporato
Le soluzioni innovative
<ul style="list-style-type: none">❑ Vetri con caratteristiche ottiche variabili

Tra le tecnologie di recentissima introduzione meritano una menzione i vetri a proprietà ottiche variabili (ad esempio vetri fotocromatici) ed i sistemi di serramento integrato con l'impianto di climatizzazione.

Un esempio fra queste ultime è la finestra ventilata, in cui l'aria di ricircolo viene estratta attraverso l'intercapedine del serramento. Esternamente all'intercapedine si ha un vetro camera, con la funzione di ridurre le dispersioni verso l'esterno ed eliminare la condensazione del vapore acqueo nel caso in cui l'aria estratta venisse a contatto con la superficie troppo fredda.

Nell'intercapedine si trova uno schermo operabile, con la funzione di controllo e captazione della radiazione solare.

Il bilancio energetico evidenzia come la finestra ventilata garantisca un apporto solare effettivo pari al 58% della radiazione incidente in condizioni di tenda pressochè chiusa, di cui 50% sotto forma di energia captata dall'aria, il 6% di conduzione dall'intercapedine all'ambiente interno e 2% di apporto solare diretto.

3) AEREAZIONE DEGLI AMBIENTI

Negli ultimi anni una maggiore attenzione verso i problemi ambientali e verso la nostra salute ha fatto crescere l'interesse anche sul controllo dell'inquinamento igienico ed acustico negli ambienti e sulla ricerca di sistemi di prevenzione. In questa ricerca di benessere sarà di notevole aiuto la Direttiva CEE 89/106, oggi DPR 246/93 che, pur partendo dalle definizioni dei requisiti dei singoli componenti edilizi, contribuisce a mantenere l'uomo e le sue necessità al centro del progetto abitativo.

Affinchè gli spazi abitativi, all'interno dei quali trascorriamo sempre più ore, offrano condizioni di benessere e di salubrità, tutti i componenti del microclima, temperatura interna, velocità, umidità e qualità dell'aria e rumore dovranno essere in gradevole equilibrio e non provocare disagio fisico o pericoli per la salute. Il terzo requisito essenziale della Direttiva CEE, Igiene, Salute ed Ambiente,

prevede che l'opera deve essere costruita in modo da non costituire una minaccia per la salute degli occupanti causata da:

- formazione gas nocivi
- presenza di particelle e gas pericolosi
- emissione di radiazioni pericolose
- formazione di umidità.

Aereazione degli ambienti

Aspetti legislativi – Ventilazione casuale

La necessità di ventilazione degli ambienti abitativi è stata presa in esame dal legislatore in modo vago e non risolutivo:

- Gran parte dei 9000 regolamenti comunali di igiene, basandosi sul DM del 1975 in cui si parla di finestre apribili non inferiori a 1/8 di superficie del pavimento, dispongono semplicemente che gli ambienti abitativi siano soggetti a ricambio d'aria. In pratica il rinnovo dell'aria veniva affidato ad una aereazione casuale: infiltrazioni incontrollate o apertura sporadica delle finestre da parte degli occupanti.
- Le leggi 373 e 10/91, facendo scomparire le infiltrazioni incontrollate, si preoccupano delle conseguenze sulle condizioni igieniche e sulla vivibilità degli ambienti e prevedono come indispensabile un ricambio orario d'aria pari a mezzo volume di ambiente. In entrambi i casi gli specialisti si sentono tranquilli: hanno legiferato, ognuno nel proprio ambito di competenza, riconoscendo la necessità di garantire ambienti salubri; di fatto esiste un pericoloso "vuoto" legislativo poiché mancano i destinatari della norma e le modalità da rispettare.

Aspetti legislativi – Ventilazione controllata

Le prime norme sulla ventilazione controllata, oggi obbligatoria in molti paesi della CEE, sono della fine degli anni '60. Anche l'Italia, tempestivamente nel 1967, con la circolare 3151 del Ministero Ll.Pp., introducendo la ventilazione controllata per l'edilizia civile sovvenzionata "un sistema di aspirazione meccanica atto ad assicurare in ogni alloggio un fattore di ricambio almeno pari ad uno". Questa disposizione non è stata mai applicata forse perché troppo in anticipo sui tempi e per le seguenti crisi petrolifere. Nel 1984 la Regione Emilia Romagna, con normativa Tecnica Regionale (N. 48/84) e la Lombardia poco dopo disponevano la ventilazione controllata nell'edilizia sovvenzionata e la stessa regione Emilia Romagna estenderà presto, con un nuovo regolamento edilizio in corso di approvazione, tale norma a tutta l'edilizia abitativa. Da lodare la sensibilità di qualche IACP (Macerata, Gorizia) che la sta già realizzando nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni anche in assenza di una norma regionale.

Esigenze di ventilazione

La positiva spinta delle leggi termiche verso il risparmio energetico e l'isolamento degli edifici non è stata ancora bilanciata dalle strutture sanitarie pubbliche né con un intervento legislativo, né con un'opportuna attività informativa sulla necessità di rinnovo dell'aria, per cui abbiamo assistito a:

- una riduzione indiscriminata fino all'abolizione del ricambio d'aria con sigillatura totale delle finestre esistenti o con infissi nuovi sempre più ermetici;

- all'illusione tecnologica di poter ottenere magicamente, in ambienti sigillati, un'aria di "montagna" grazie a depuratori, deumidificatori, ozonizzatori, ionizzatori che permettono di rivitalizzare un'aria viziata che andrebbe solo rinnovata.

Per determinare la quantità d'aria di rinnovo, i fattori da prendere in esame sono:

- le dimensioni dell'ambiente e la sua destinazione d'uso;
- il numero di occupanti;
- la loro attività fisica e le loro abitudini (fumatori o no).

Fonti qualificate suggeriscono una portata di aria esterna variabile da un minimo mai inferiore a 8 mc/h ad un massimo di 25 mc/h per persona in condizioni di riposo o di leggera attività.

Funzionamento della ventilazione controllata

L'aria di rinnovo è immessa attraverso aereatori posti nelle stanze principali e l'aria viziata viene espulsa in cucina ed in bagno attraverso bocchette di estrazione poste alle imboccature dei condotti di aspirazione, i quali assicurano il tiraggio necessario per la messa in depressione degli ambienti. La ventilazione sarà:

- naturale, per effetto del vento (tiraggio naturale) e/o della differenza di temperatura tra interno esterno dell'edificio (tiraggio termico)
- meccanica, con tiraggio forzato ed estrazione continua
- mista, con tiraggio naturale integrato da tiraggio forzato.

La sua realizzazione nelle abitazioni collettive avverrà attraverso:

- 1) canne fumarie, di ventilazione, o anche vano scale, dotati di estrattori statici o meccanici;
- 2) prese di immissione d'aria (aereatori) e bocchette di estrazione.

Gli aereatori

Gli aereatori, composti da una griglia esterna e da una interna, si installano abitualmente nella zona alta del serramento per evitare correnti d'aria ad altezza d'uomo; sono integrati nella vetratura (senza forare il doppio vetro per non vanificare l'isolamento termico ed acustico) oppure fissati sul profilo dell'anta, su traverso e sul cassonetto.

Gli aereatori, avendo superfici di passaggio d'aria da 60 fino a 440 cm²/mtl, permettono di ventilare ambienti di ogni dimensione senza dover ricorrere, in caso di sistemi di apertura complessi o faticosi per gli utenti.

Sono disponibili tipi:

- non chiudibili (con un aereazione permanente);
 - autoregolanti, con membrana mobile sulla griglia interna o esterna;
 - controllabili dall'utente manualmente o anche elettricamente quando l'aereatore è posto molto in alto, o quando si desidera che la movimentazione automatica sia comandata:
- 1- da sonde sensibili a gas, ossido di carbonio, umidità ecc.;
 - 2- dal funzionamento di apparecchi (se l'apparecchio è acceso l'aereatore rimane aperto e non può essere chiuso);

- 3- da termostato o timer, per garantire l'igiene e/o ridurre i costi di gestione, favorendo il raffrescamento naturale notturno, di edifici con impianti di climatizzazione dotati di ampie superfici vetrate e quindi di elevato apporto solare.

Protezione dal rumore durante l'aereazione

Il quinto requisito essenziale della Direttiva CEE 89/106 è la Protezione contro il rumore: “che i livelli del rumore non minaccino la salute degli occupanti, impedendo loro di lavorare, riposare e dormire in condizioni soddisfacenti”. Gli effetti sulla salute (allegato C) dell'inquinamento acustico, come accade spesso per l'inquinamento indoor, non sono immediatamente evidenti e riconducibili alla causa; l'Organizzazione mondiale della sanità ha individuato in 65 decibel la soglia di sicurezza, oltre la quale sono possibili ripercussioni negative sul sistema psichico, neurovegetativo ed uditivo. L'inquinamento acustico urbano, che dipende per oltre l'80% dal traffico stradale e ferroviario, ha superato ampiamente il suddetto livello di sicurezza: nel corso delle sue indagini in 70 città, il treno verde della Legambiente ha riscontrato in aree residenziali e miste di alcune città (valori massimi di legge 65 dBA) valori medi diurni e notturni di rumore oltre gli 80 decibels; nelle aree “particolarmente protette” di 49 città (valori massimi di legge 50 dBA) è stato addirittura superato il limite di 70 dBA. Il CPCM 1/3/91, primo Decreto urgente sul rumore, è stato in larga misura vanificato da sentenze della Corte Costituzionale e l'emergenza rumore permane.

Nel caso di una facciata di un edificio, sistema composto da più elementi, pareti, finestre e prese d'aria, il risultato finale di isolamento sarà condizionato dalla continuità della barriera acustica e dalla omogeneità isofonica dei suoi componenti; il componente meno isolante, difatti, influenza in maniera determinante l'isolamento globale della facciata. Se un aereatore è:

- poco isolante, l'isolamento di una parete tende verso quello dell'aereatore;
- se l'isolamento della parete senza aereatore e quello dell'aereatore sono uguali, l'isolamento globale della parete con aereatore è uguale ai precedenti meno 3 dB;
- se, infine, l'isolamento dell'aereatore è superiore a quello della parete, l'isolamento globale della parete diventa uguale a quello della parete senza aereatore.

Scheda informativa: la formazione di condensa

Produzione di vapore acqueo in grammi per ora

Pentola in ebollizione, coperta	350
Pentola in ebollizione scoperta	900
Doccia calda	2000
Bagno caldo	500
Biancheria da asciugare, 5 kg	250
Traspirazione persona in	
- attività fisica leggera	40
- attività fisica pesante	400
Respirazione persona a riposo	15

Cosa accade in un ambiente chiuso?

Il corpo umano, un vero e proprio motore a combustione interno, esige condizioni ambientali che assicurino l'afflusso di carburante "ossigeno" e lo smaltimento del calore e delle sostanze aeriformi emesse odori, anidride carbonica e vapore acqueo. Ogni atto respiratorio di un adulto in condizioni di riposo è pari a circa mezzo litro e con circa 16 respirazioni al minuto si perviene a 500 l/h di aria, ciò comporta un consumo di 27 l. di ossigeno, una produzione di 22 l. di anidride carbonica e di circa 15 g di vapore acqueo, al quale vanno aggiunti almeno 40 g. per traspirazione: in totale 55 g/h . In una stanza di normali dimensioni, es. 60 m³, con aria alla temperatura di 20 °C ed umidità relativa del 50%, sono contenuti 520 g. di vapore acqueo; in assenza di qualsiasi ventilazione due persone, che si trattengono nella stanza per 4 ore, producono $55 \times 2 \times 4 = 440$ g. di vapore, e $440 + 520 = 960$ g. di vapore, ossia 16 g/m³, che corrispondono ad una umidità relativa di oltre il 90%. In tali condizioni è chiaro che la faccia interna delle pareti esterne, anche se ben coibentate, può facilmente raggiungere la temperatura di rugiada, è prossima a 19,5 °C, con la conseguente formazione di condensazioni.