


Aria pulita senza spifferi - La Ventilazione Meccanica Controllata, con recupero di calore e la tenuta ermetica all'aria ed al vento dell'involucro edilizio

Utilità n. 2c

Le richieste energetiche per climatizzare un fabbricato dipendono sia dalle sue capacità di limitare gli scambi termici con l'ambiente esterno, ovvero dalla trasmittanza termica dell'involucro edilizio opaco, identificata dalla lettera "U", e trasparente, identificata dalla sigla "Uw", che dall'efficienza o rendimento dell'impianto di riscaldamento e se presente, di raffrescamento.

Più sono bassi i valori U della trasmittanza termica, più ridotte sono le dispersioni termiche e quindi il fabbisogno energetico del fabbricato, mentre più elevati sono i valori di efficienza o rendimento degli impianti, a parità di fabbisogno di energia termica, minore sarà la richiesta di energia primaria risultante, ovvero di gas, gasolio, legna, elettricità, ecc. e relative spese.

Nella definizione del bilancio energetico di un fabbricato non deve però essere dimenticato che una certa quota di dispersioni termiche è attribuibile anche al riscaldamento, nel periodo invernale ed eventualmente al raffrescamento nel periodo estivo, del volume d'aria che è necessario ricambiare periodicamente, per **garantire la salubrità degli ambienti interni**.

Il ricambio periodico dell'aria interna agli ambienti abitati è infatti richiesto, per motivi sanitari, dalla normativa di settore e dai Regolamenti Locali di Igiene che, ad esempio negli ambienti dove è prevista la permanenza di persone, impongono una quota minima della superficie finestrata apribile, che può andare dal 10,0% al 12,5% della superficie calpestabile.

E' bene ricordare che l'aria interna, se non sufficientemente ricambiata, si carica di elementi nocivi alla salute come:

- 1) eccessivo tasso di umidità, derivante dalla respirazione ed evaporazione delle persone, dal cucinare, dal lavare, dalle piante da appartamento, che favorisce anche la formazione di muffa sulle superfici interne non correttamente coibentate (si veda Utilità n. 2b);
- 2) elevato tasso di anidride carbonica (CO₂), derivante dalla respirazione;
- 3) composti organici volatili o V.O.C., sostanze queste ultime che possono essere emesse dai materiali da costruzione, dagli arredi, dai detersivi e che, quando superano determinate concentrazioni, hanno effetti nocivi sulla salute come, irritazioni, reazioni allergiche, affaticamento, vertigini o anche effetti più gravi.

Si comprende quindi come il ricambio dell'aria sia di grande importanza per garantire la salubrità degli ambienti abitati, tanto che, negli ambienti dove si svolgono attività umane, dovrebbe essere previsto un ricambio minimo dell'aria non inferiore a 20 mc/persona/ora, corrispondente a circa 0,3 - 0,4 volumi/ora, affinché possano essere mantenute idonee condizioni di purezza dell'aria interna.

Il ricambio dell'aria interna può essere quindi effettuato in due modi:

- 1) mediante la periodica apertura delle finestre;
- 2) mediante un impianto di Ventilazione Meccanica Controllata (V.M.C.), con recupero di calore.

Affidare il ricambio dell'aria interna alla periodica **apertura delle finestre**, soprattutto nella stagione invernale, presenta diversi inconvenienti, che rendono tale operazione di fatto poco pratica, poco efficace e poco economica. Garantire un ricambio dell'aria interna sanitarmente efficace, comporterebbe infatti ogni circa due ore, notte compresa, di aprire le finestre per cambiare completamente l'aria interna con quella esterna. Tale operazione è evidentemente inattuabile, con il risultato di avere molto spesso fabbricati con l'aria interna più carica di inquinanti rispetto a quella esterna, ed inoltre comporta anche uno spreco energetico, perché l'aria interna a 20 °C viene dispersa all'esterno, mentre l'aria esterna a bassa temperatura deve essere portata a 20 °C, affidandosi esclusivamente all'impianto di riscaldamento.

A titolo di esempio si calcola il peso energetico ed economico, dovuto al ricambio dell'aria interna effettuato, nella stagione invernale, con l'apertura delle finestre, in una abitazione di 100 mq calpestabili ubicata a Milano, prevedendo un ricambio dell'aria di 0,4 volumi/ora.

Dispersioni per ventilazione Qv (ricambio orario n = 0,4 vol/h)	n [1/h]	V [mc]	cp. aria [Wh/mc K]	GG ₁₂		kW h/a	€a
$Q_v = n * V * cp. \text{aria} * GG_{12} * 0,024$	0,4	270	0,330862	2404	0,024	2.061,66	148,78

E' importante aggiungere che, legare il ricambio dell'aria all'apertura delle finestre, in zone trafficate e che quindi presentano sia inquinamento atmosferico che inquinamento acustico, abbassa decisamente la qualità della vita.

Diversamente affidare il ricambio dell'aria interna ad un impianto di **Ventilazione Meccanica Controllata** (V.M.C.) con elevato recupero di calore, se possibile collegato ad una centralina di regolazione dell'impianto, con rilevazione del tasso di umidità e di CO₂, consente di avere ambienti interni sempre salubri, senza inquinanti, con basso tasso di umidità interna e quindi anche con ridotte possibilità di formazione di muffa, nella stagione invernale, in corrispondenza di eventuali ponti termici inoltre, in zone trafficate, non dover aprire le finestre per ricambiare l'aria, protegge dal rumore e, mediante appositi filtri, anche dall'inquinamento atmosferico e dai pollini, per chi ha problemi di allergia. Il recuperatore di calore permette di trasferire il calore accumulato dall'aria interna, all'aria in entrata, così da ridurre il fabbisogno energetico ed inoltre, con un eventuale collettore posto nel terreno, è possibile aumentare le prestazioni dell'impianto della V.M.C., preriscaldando in inverno e preraffrescando in estate, l'aria esterna. Si ricalcola il caso precedente introducendo l'impianto di V.M.C., senza collettore nel terreno, con recuperatore dal rendimento del 95% e 0,1 vol/h di ricambio d'aria incontrollato.

Dispersioni per ventilazione Qv (ricambio orario n = 0,4 vol/h - rec. calore 95%)	n [1/h]	V [mc]	cp. aria [Wh/mc K]	GG ₁₂		kW h/a	€a
$Q_v = n * V * cp. \text{aria} * GG_{12} * 0,024$	0,12	270	0,330862	2404	0,024	618,50	44,63



Dal calcolo effettuato emerge come il solo risparmio energetico ottenuto con l'introduzione di un impianto di V.M.C., a fronte dell'impegno economico richiesto per la sua installazione e

gestione, non sia sufficiente a giustificare l'investimento; per dare la giusta evidenza all'importanza dell'impianto di V.M.C., devono essere valutati anche e soprattutto gli immediati vantaggi ottenibili, in termini di guadagno in salubrità dell'alloggio, come importante investimento per la nostra salute presente e futura e per la nostra qualità della vita.

Si ricorda che la predisposizione di un impianto di V.M.C. deve essere preceduta da un accurato dimensionamento delle apparecchiature, dei canali e delle bocchette di ventilazione, ponendo particolare attenzione alla silenziosità complessiva dell'impianto ed alla velocità del flusso d'aria. Si evidenzia a tale proposito che una pressione sonora di 25 dB disturba il sonno, mentre una pressione sonora di 21 dB, è quasi non percepibile.

Vi è un'altra questione pertinente e di grande importanza da evidenziare, in materia di ricambio dell'aria interna, salubrità dell'edificio e risparmio energetico: la **tenuta ermetica all'aria ed al vento dell'involucro edilizio**. La tenuta ermetica è la capacità di contrastare i flussi d'aria incontrollata attraverso l'involucro edilizio, sia dall'interno verso l'esterno, che dall'esterno verso l'interno.

Un involucro edilizio che non presenta sufficienti proprietà di tenuta all'aria ed al vento, determina tre gravi inconvenienti:

1) in assenza di una adeguata tenuta all'aria, nella stagione invernale, quando la pressione di vapore interna è maggiore di quella esterna, si genera un flusso di aria calda e carica di umidità, dall'interno verso l'esterno attraverso l'involucro edilizio. Considerato che l'involucro edilizio presenta un andamento della temperatura decrescente mano mano che ci si sposta verso la sua superficie esterna, se il vapore acqueo raggiunge la temperatura di condensazione o rugiada, passa dallo stato gassoso allo stato liquido all'interno dell'involucro edilizio (fenomeno questo chiamato **condensa interstiziale**), determinando un ammaloramento dei materiali da costruzione ed una riduzione delle loro capacità di isolamento termico;

2) in assenza di una adeguata tenuta all'aria ed al vento, un impianto di V.M.C. con recupero di calore, non riesce a svolgere correttamente la sua funzione, poiché la quota di aria che - per differenza di pressione di vapore e/o pressione del vento - esce ed entra in maniera incontrollata, non può essere né filtrata dall'impianto di V.M.C., né riscaldata mediante il recuperatore di calore;

3) in assenza di una adeguata tenuta al vento dell'involucro edilizio, si verifica il fenomeno chiamato "**Thermal bypass** a circolo aperto"; tale fenomeno, che si riscontra più frequentemente in edifici con coperture in legno ed in edifici interamente costruiti a secco con struttura in legno, o in particolari tipologie costruttive a strati, si verifica quando esiste una cavità o una intercapedine all'interno dell'involucro edilizio in comunicazione con l'esterno o con un ambiente non riscaldato (soffitta, seminterrato): in questo caso l'aria a bassa temperatura oltrepassa lo strato di isolamento, causando un drastico decadimento della trasmittanza termica e quindi delle prestazioni dell'involucro edilizio.

La tenuta ermetica all'aria dell'involucro edilizio viene misurata con una prova strumentale chiamata **Blower-Door-Test**, mediante la quale, mettendo in pressione e depressione il volume interno, con differenza di pressione di 50 Pascal (n50), vengono misurate in volumi/ora, le perdite d'aria incontrollate. Valori tipici del Blower-Door-Test con n50, sono: 1) abitazioni tradizionali: 3,0 Vol./h; 2) edifici in classe B e C: 2,0 Vol./h; 3) edifici in classe A: 1,0 Vol./h; 4) edifici passivi: 0,6 Vol./h.

La verifica della tenuta al vento può essere invece verificata con la **termocamera a infrarossi**.

La tenuta ermetica all'aria e al vento, si ottengono mediante l'utilizzo di particolari teli: teli per la tenuta all'aria, con funzione di barriera o freno al vapore, da posizionare all'interno, e teli traspiranti-impermeabili di protezione dal vento, all'esterno, nonché speciali nastri adesivi da applicare in corrispondenza dei punti critici per il passaggio incontrollato dell'aria, ad es.:

1) la linea di contatto fra materiali diversi, come legno-metallo-muratura e fra materiali della stessa natura ma privi di sigillatura; esempi comuni possono essere la linea di aggancio dei serramenti esterni e della copertura in legno, alla muratura o a loro volta con altri profili in legno;

2) altri punti critici sono tutti gli attraversamenti dell'involucro edilizio con tubazioni, cavidotti, canne, ecc.

E' bene infine ricordare che una corretta tenuta all'aria ed al vento, ottenute mediante l'eliminazione di qualunque foro o fessura passante che colleghi l'interno all'esterno, migliora anche i requisiti acustici passivi dell'involucro edilizio.

