



Le moderne tecniche di ventilazione meccanica per l'edilizia residenziale ed il piccolo terziario

L'articolo illustra la progettazione, la costruzione, gli aspetti tecnologici e le diverse tipologie di sistemi di ventilazione degli edifici analizzando la normativa di riferimento italiana ed europea. Per il raggiungimento della qualità dell'aria interna agli edifici la ventilazione meccanica è una soluzione utile senza costituire di fatto un maggior aggravio dal punto di vista energetico. A livello italiano sarebbe importante un intervento di carattere legislativo ed una maggiore consapevolezza dei progettisti riguardo alle problematiche edilizie degli ambienti scarsamente ventilati.

Introduzione

di

Valentina Raisa,
*architetto, libero professionista, Modena.
Partner di Sistene E.S.Co., Padova*

Roberto Zecchin,
*Professore ordinario di Fisica Tecnica
presso il Dipartimento di Ingegneria
Industriale dell'Università di Padova*

L'articolo tratta una tematica strettamente connessa a quanto scritto dagli stessi autori sul tema dei contenziosi legali nei casi di presenza di muffe nelle abitazioni, per i Quaderni di Legislazione Tecnica n.1 del 2013. Gli autori, infatti, informavano come una delle possibili cause di presenza di eccessiva umidità negli ambienti interni con conseguente formazione di muffe (principalmente in prossimità di ponti termici o pareti fredde), fosse dovuta ad una carenza di ventilazione. Proprio quest'ultima è la tecnica di cui si tratta, ben precisata sotto il profilo normativo e tecnologico, non altrettanto bene, in Italia, dal punto di vista legislativo.

1. La ventilazione degli ambienti interni

1.1 La definizione di ventilazione secondo la UNI EN 12792

Come riporta la letteratura scientifica di settore (Raisa, Zecchin, Schiavon, 2010 - atti dei convegni nazionali AiCARR 2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009) la ventilazione degli edifici deve essere “progettata”. La semplice presenza di porte e finestre in un edificio non costituisce per sé un impianto o un sistema di ventilazione, altrimenti si potrebbe convenire che esistono tanti impianti quanti sono gli edifici o alloggi e il problema sarebbe risolto ancor prima della sua proposizione: i fatti dimostrano che non è così, sia per gli aspetti percepibili (muffe, odori, umidità), che per quelli non direttamente percepibili o correlabili da parte dell'utente (allergie, infezioni, radioattività).

La progettazione, così come la costruzione e la successiva manutenzione, deve basarsi su “regole dell'arte” rappresentate e consolidate nella normativa di settore, ma deve anche rispettare leggi e regolamenti. Il rapporto tra normativa e legislazione, come già, illustrato dagli autori nel primo numero dei Quaderni di Legislazione Tecnica del 2013, è frequentemente complesso: talvolta leggi e decreti contengono dettagli tecnici che meglio potrebbero essere trattati a livello normativo con flessibilità e possibilità di rapido adeguamento in rapporto agli sviluppi conoscitivi e tecnologici; talvolta ci si trova in carenza di disposizioni di legge, con la conseguenza che soluzioni tecniche appropriate ed innovative non trovano applicazione per ovvie ragioni di malintesa economia di costruzione. È questo il caso della ventilazione degli edifici residenziali in Italia, dove ci si trova in una situazione di vuoto legislativo a differenza di alcune tipologie di edifici del terziario per le quali esistono specifici provvedimenti (per esempio scuole o ospedali), anche se spesso disattesi.

Per spiegare come i normatori definiscano la ventilazione degli ambienti interni a livello internazionale è sufficiente leggere le definizioni presentate dalla UNI EN 12792:2005 che fornisce le definizioni e la terminologia (400 termini, 165 simboli e relative unità di misura, 40 simboli grafici), da utilizzare in ambito legislativo, normativo e progettuale in merito alla ventilazione ambientale. Particolarmente importanti in questa sede i concetti di ventilazione, ventilazione naturale ed aerazione per i quali vengono date le seguenti definizioni:

- **ventilation (ventilazione):** “*designed supply and removal of air to and from a treated space*” (progettate immissione ed estrazione di aria in e da un ambiente);
- **natural ventilation (ventilazione naturale):** “*ventilation through leakage paths (infiltration) and openings (ventilation) in the building which relies on pressure differences without the aid of powered air movement components: airing, shaft ventilation, cross ventilation*” (ventilazione dovuta a permeabilità (infiltrazioni) ed aperture (ventilazione) nell'edificio, che si basa sulla differenza di pressione senza l'ausilio di componenti meccanici per il movimento dell'aria: aerazione, ventilazione per effetto camino, ventilazione trasversale);
- **airing (aerazione):** “*natural ventilation by window opening*” (ventilazione naturale per mezzo dell'apertura delle finestre).

Sono inoltre definite le seguenti tecniche di ventilazione naturale:

- **cross ventilation (ventilazione trasversale):** “*natural ventilation in which the air flow mainly results from wind pressure effects on the building facades and where stack effects in the building are of less importance*” (ventilazione naturale in cui il flusso d'aria si realizza principalmente per effetto della pressione del vento sulle facciate dell'edificio e dove l'effetto camino all'interno dell'edificio è di secondaria importanza);
- **shaft ventilation (ventilazione per effetto camino):** “*natural ventilation by means of a duct mounted vertically or mounted with an angle of 45°*” (ventilazione naturale per mezzo di un condotto montato verticalmente o montato con un angolo di 45°).

Tra le definizioni sopra riportate, quella relativa all'aerazione potrebbe creare fraintendimenti, perché ad essa è associata la definizione di “ventilazione naturale”, mentre la norma afferma che la ventilazione implica in ogni caso una portata progettata, cioè calcolata (*designed* - cosa che è difficile fare imputando il ricambio dell'aria esclusivamente all'arbitrarietà dell'utenza).

Il confronto con i colleghi normatori europei ha permesso di chiarire come mai sia stata utilizzata questa dicitura (che comunque può essere fonte di fraintendimenti per i tecnici meno preparati e che proprio per questo motivo gli esperti italiani hanno chiesto al CEN di modificare).

Se per aerazione si intende l'apertura occasionale delle finestre da parte degli utenti questa non può essere considerata un sistema di ventilazione che, come già detto, implica un progetto; se invece per aerazione si intende l'utilizzo delle finestre come mezzo di passaggio dell'aria allora queste possono essere o far parte di un sistema di ventilazione naturale solo se sono concepite per tale uso e abbiano, per esempio, specifica modalità e graduazione dell'apertura, eventuali meccanismi automatici di apertura e chiusura, eventuali sistemi di sicurezza che le possano far considerare “dispositivi di ventilazione” cioè, in sostanza, se fanno parte di un sistema progettato.

Sulla base di queste valutazioni, i lettori non si stupiranno quindi se, viaggiando per l'Europa (in particolare in Francia o Germania), si troveranno in ambienti nei quali le finestre si aprono automaticamente secondo intervalli di tempo programmati. L'aerazione che potremmo definire “controllata”, quindi, costituisce la più rudimentale forma di ventilazione degli ambienti che, nei climi più temperati ed in alcune condizioni climatiche può essere vantaggiosa, ma che senza dubbio presenta criticità nei periodi freddi invernali e nei contesti rumorosi o fortemente inquinati, laddove sarebbe necessario l'impiego di dispositivi di recupero del calore dall'aria espulsa o la filtrazione dell'aria in entrata. In figura 1 si può notare un esempio di aerazione controllata da un sensore di CO₂ installato nella centralina a destra della finestra che comanda l'apertura automatica della stessa quando la concentrazione interna supera

un certo limite, impostato in fase di progetto; altre soluzioni, più sofisticate e costose, presentano meccanismi contenuti all'interno dei profili stessi del serramento.



Figura 1: dispositivo di apertura automatica di un serramento sulla base degli input forniti da un sensore di CO₂ installato a fianco della finestra stessa.

Gli aspetti tecnologici e le diverse tipologie di sistemi di ventilazione sono descritti nei paragrafi successivi.

1.2 La normativa di riferimento italiana ed europea sulla ventilazione degli edifici: la progettazione dei sistemi di ventilazione e la costruzione delle unità di ventilazione

Merita un accenno il panorama normativo sul tema, che dovrebbe essere ben conosciuto dai tecnici di settore per evitare errori progettuali, visto che le Direttive Europee sull'efficienza energetica in edilizia annoverano già dal 2000 la ventilazione come uno dei "bisogni" essenziali dell'edificio. A prova di quanto illustrato sopra, il fatto che si parli di ventilazione e non di aerazione, indica come il ricambio dell'aria negli edifici civili debba essere opportunamente progettato e quindi la corrispondente normativa tecnica esistente debba essere conosciuta ed applicata. Non si può imputare all'occupante di un ambiente (che sia un inquilino, un lavoratore o uno scolaro) l'onere di dover ben assolvere con precisione al compito di ricambio dell'aria dell'ambiente in cui si trova. Esistono due distinte fattispecie di normative tecniche:

- Norme da utilizzare per il dimensionamento e la corretta progettazione dei sistemi di ventilazione degli ambienti interni: questi documenti, per alcuni progettisti ancora sconosciuti o ritenuti superflui - a meno che la loro adozione non sia resa obbligatoria per esempio da parte di regolamenti edilizi o di igiene - portano a dimensionare correttamente un impianto per la ventilazione degli ambienti, partendo dalle portate ritenute necessarie per una adeguata qualità dell'aria negli edifici;
- Norme da utilizzare per la corretta costruzione di apparecchiature e componenti designati a formare un sistema di ventilazione meccanica: questi documenti sono di precipuo utilizzo da parte dei costruttori di apparecchiature che devono soddisfare i requisiti ivi esposti, pena la mancata certificazione di unità di ventilazione o componenti. La conoscenza dei documenti è importante anche da parte dei progettisti termotecnici e dei certificatori energetici che possono - e anzi devono - pretendere dal costruttore materiali idonei, all'avanguardia, certificati secondo la regola dell'arte.

Per quanto attiene il caso residenziale, appartengono al primo gruppo di norme, a livello italiano, la UNI 10339, mentre a livello europeo la UNI EN 15251. Al momento di scrittura del presente articolo è ancora vigente la UNI 10339:1995; gli scriventi hanno partecipato ai lavori di revisione della norma, il cui testo notevolmente aggiornato non uscirà prima del 2014. Nel mese di luglio 2013 sono inoltre iniziati ufficialmente i lavori di revisione della UNI EN 15251; gli autori fanno parte del gruppo di lavoro e presenteranno le novità introdotte dalla futura versione della normativa in un prossimo articolo.

Il secondo gruppo di norme, invece, fa capo UNI EN 13141, articolata al momento in 10 parti ed alla EN 13142; i loro contenuti sono trattati in uno specifico paragrafo, alla fine di questo articolo, perché meritano un particolare approfondimento.

A testimonianza di quanto sia importante ed in crescita il settore della ventilazione in Europa il lettore potrà approfondire le informazioni riguardo la Direttiva Ecodesign dei sistemi di ventilazione, il cui regolamento applicativo è in fase di scrittura da parte di tre associazioni: Evia, Eurovent ed EPEE che sono rispettivamente:

- EVIA: Associazione europea dei costruttori di sistemi di ventilazione per edilizia residenziale e terziaria;
- Eurovent: Associazione mondiale dei costruttori di centrali di trattamento dell'aria e refrigerazione;
- Epee (European Partnership for Energy and the Environment): Associazione europea che riunisce principalmente costruttori di pompe di calore e sistemi di refrigerazione.

La Direttiva Ecodesign indicherà i criteri per la progettazione di centrali di ventilazione a basso consumo energetico, fissando dei requisiti prestazionali da raggiungere entro il 2015, il 2017 ed il 2020. Anche i sistemi di ventilazione, a breve, dovranno essere dotati di una etichetta che indica la prestazione energetica, come già accade per alcuni elettrodomestici (ad esempio lavatrici, frigoriferi, televisori). Per fare un esempio, per quanto riguarda i recuperatori di calore, al momento, la richiesta minima di efficienza è orientata su questi valori: 70-75% al 2013, 80-85% al 2017 e 90% al 2020. È da notare che valori eccessivamente elevati di efficienza, che implicano grandi superfici o elevate perdite di carico, potrebbero risultare incongrui e antieconomici nei climi miti, di tipo mediterraneo; purtroppo prevale il punto di vista dei paesi nordici e sarebbe auspicabile una maggior presenza degli organi competenti italiani a livello europeo.

2. Tecniche di ventilazione meccanica per l'edilizia residenziale

I sistemi di ventilazione meccanica si basano sulla presenza di uno o più ventilatori per effettuare il voluto ricambio d'aria, ma non devono essere visti come un impedimento o un'alternativa all'apertura verso l'ambiente esterno: se da una parte i sistemi di ventilazione meccanica sono nati per il fatto che nell'edilizia residenziale il controllo delle portate e l'efficienza energetica non erano obiettivi facilmente perseguibili mediante sistemi naturali, dall'altra è importante ribadire che la presenza di un sistema meccanico non preclude ovviamente l'apertura delle finestre o il contatto con l'ambiente esterno quando le condizioni climatiche o altre esigenze lo richiedono.

Con riferimento alle normative di prodotto sopra citate, i sistemi di ventilazione meccanica per l'edilizia residenziale sono usualmente suddivisi nelle seguenti categorie:

- a flusso semplice per estrazione (con portata fissa o variabile);
- a flusso semplice per immissione (con portata fissa o variabile);
- a flusso bilanciato con recupero di calore per intero alloggio o per intero edificio;
- a flusso bilanciato con recupero di calore per singolo ambiente.

È da notare inoltre che il panorama edilizio residenziale italiano presenta la quasi totalità degli edifici senza alcun sistema di ventilazione. In questi casi l'azione di ricambio dell'aria è quindi affidata all'utenza. Una piccola parte degli edifici residenziali, tuttavia, risulta dotata di ventilazione meccanica. Non è invece riscontrabile una casistica consolidata di alloggi dotati di ventilazione naturale, che invece ha trovato alcune applicazioni in particolari edifici del terziario, anche in abbinamento con sistemi meccanici (sistemi ibridi). Pertanto la descrizione dei sistemi di ventilazione naturali ed ibridi è stata volutamente esclusa dalla presente trattazione. Per eventuali approfondimenti si rimanda alla letteratura scientifica di settore (Emmerich et al, 2001 - Awbi, 2003).

2.1 La ventilazione meccanica a flusso semplice per estrazione

Lo schema di figura 2, tratto dal CR 14788:2006 illustra il principio di funzionamento dei sistemi a flusso semplice per estrazione, in questo caso a livello centralizzato per un intero condominio: l'immissione dell'aria negli ambienti avviene, a causa della depressione creata da un ventilatore, attraverso appositi dispositivi d'ingresso installati solitamente ad infisso (un esempio applicativo in figura 3) e richiede la sola rete aeraulica di estrazione.

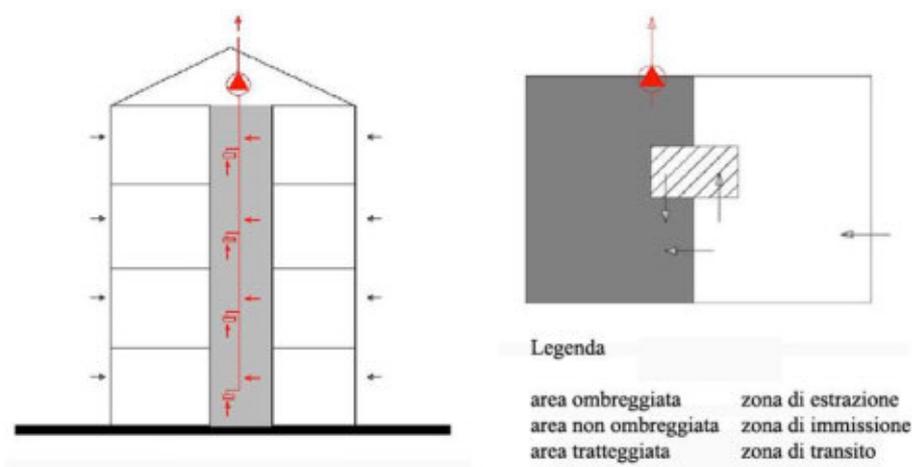


Figura 2: sistema di ventilazione meccanica controllata a semplice estrazione.

Fonte: CR14788



Figura 3: esempio di possibile installazione ad infisso di un dispositivo di ingresso dell'aria per sistemi a semplice estrazione.

I sistemi a flusso semplice per estrazione possono essere installati con facilità anche in un singolo alloggio di un condominio, qualora non sia possibile prevedere una soluzione centralizzata, avendo cura di individuare spazi tecnici sufficienti per l'alloggiamento del o dei ventilatori di estrazione e di eventuali tratti di canale.

A titolo di esempio si riporta in figura 4 lo schema di installazione studiato per la riqualificazione di un appartamento, all'interno di un condominio, per il quale il proprietario ha espressamente richiesto ai progettisti di prevedere al ricambio forzato dell'aria per non incorrere nel problema delle muffe, visto che era prevista anche la sostituzione dei serramenti con modelli ad elevata tenuta all'aria; nel caso specifico non era possibile utilizzare condotti verticali di estrazione.

La tipologia identificata come più congrua ai costi, agli spazi tecnici ed alle aspettative del proprietario è stata quella di un sistema a flusso semplice per estrazione a portata variabile sulla base del tasso di umidità interna. Sono state utilizzate due piccole unità per l'estrazione dell'aria (per semplificare la rete aeraulica di estrazione) e sono stati montati dei dispositivi di ingresso dell'aria igrosensibili sugli infissi. Per nascondere i brevi tratti di canale una parte del corridoio è stata controsoffittata, mentre nella lavanderia-ripostiglio e nel bagno sono stati realizzati piccoli ribassamenti parziali.

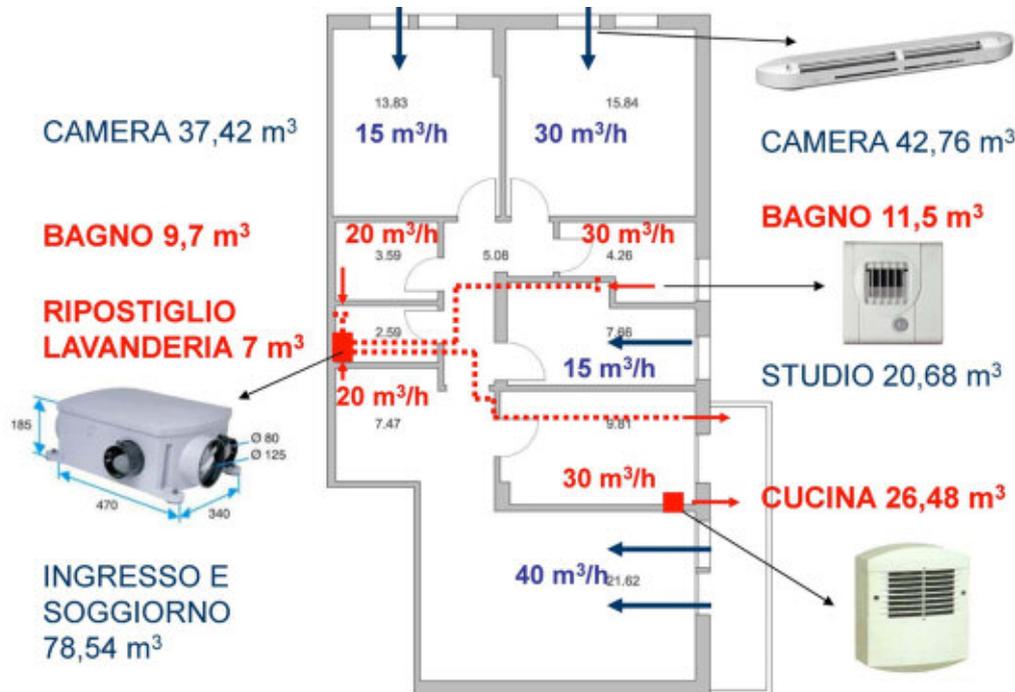


Figura 4: schema di concezione di un sistema di ventilazione meccanica a flusso semplice con due distinte unità di estrazione per la riqualificazione di un appartamento sito in un condominio.

Fonte: archivio progetti Sistene E.S.CO. – Cataloghi tecnici Aldes Italia.

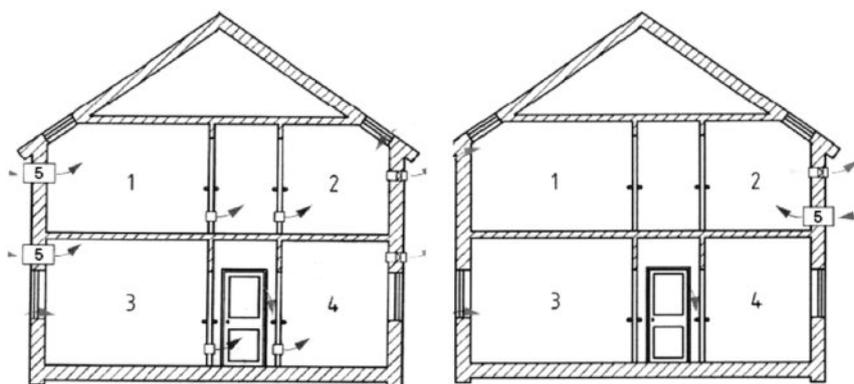
In Italia vi sono parecchie aziende che commercializzano i componenti dei sistemi di ventilazione meccanica a flusso semplice per estrazione e generalmente offrono anche assistenza alla fase di progettazione.

Le tipologie di sistemi, come anticipato, possono essere a portata fissa, con la sola possibilità di incrementare l'estrazione da bagni e cucine per un limitato periodo di tempo, grazie ad opportuni dispositivi temporizzati, oppure a portata variabile. Generalmente nell'edilizia residenziale, la variabilità della portata è resa possibile mediante bocchette di estrazione e dispositivi di ingresso dell'aria dotati di membrane igrosensibili; queste ultime, a contatto con l'umidità interna si contraggono o rilasciano, agendo meccanicamente su una molla che regola l'apertura della bocchetta, inducendo una ventilazione variabile e proporzionata alla concentrazione di vapore presente nelle stanze. Altri tipi di sensori, come ad esempio quelli per rilevare la CO₂ oppure la presenza di persone o il loro movimento sono maggiormente utilizzati in ambito terziario.

2.2 La ventilazione meccanica a flusso semplice per immissione

I sistemi a flusso semplice per immissione, praticamente assenti dal panorama impiantistico italiano, ma molto utilizzati in Gran Bretagna, si basano su un principio di funzionamento sostanzialmente inverso a quello dei sistemi a semplice estrazione, come si può osservare nelle figure 5 e 6. L'aria nuova è immessa meccanicamente nei locali a minore produzione di inquinanti (soggiorni e camere da letto) mentre esce per sovrappressione tramite opportuni dispositivi situati in bagni e cucine (in Italia ad esempio potrebbe fungere a questo scopo l'apertura per l'afflusso dell'aria comburente nelle cucine) oppure attraverso le discontinuità dell'involucro edilizio che sono quasi sempre inevitabilmente presenti, soprattutto nelle abitazioni esistenti. Questo sistema è piuttosto interessante, perché mettendo in pressione l'alloggio, sostanzialmente inibiscono le infiltrazioni incontrollate ed indesiderate creando allo stesso tempo anche un riparo nei confronti della risalita di gas radon dal terreno adiacente, laddove questo dannoso fenomeno è presente.

Al momento l'unico documento europeo che descrive i sistemi a flusso semplice per immissione è il prEN 13141-11, desiderato fortemente dagli esperti inglesi, dedicato ai test per la verifica delle corrette prestazioni dei sistemi (come già spiegato non si tratta di una norma di progettazione, ma di verifica prestazionale). Non vi sono esperienze in Italia (mentre queste tecnologie in Gran Bretagna sono addirittura menzionate e descritte nel regolamento edilizio nazionale), ma potrebbe risultare utile se questi sistemi fossero diffusi anche nel nostro paese, per i motivi sopra esposti.



Legenda

- 1 e 3 ambiente interno;
- 2 e 4 stanza umida;
- 5 unità di ventilazione

Figura 5: schemi di sistema di ventilazione meccanica a flusso semplice per immissione: a sinistra un sistema a servizio dell'intera abitazione comprendente due unità, a destra esempio di applicazione di una unità a servizio di un solo ambiente.

Si tratta sostanzialmente della configurazione per singolo ambiente (in inglese "single room").

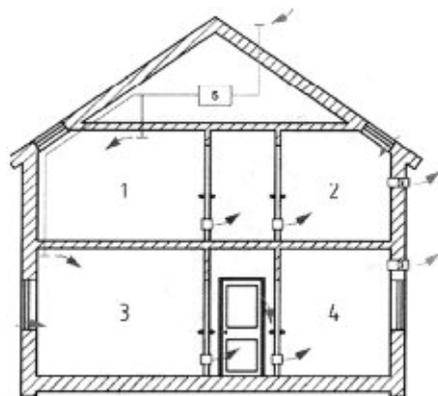


Figura 6: schema di sistema di ventilazione meccanica centralizzata a flusso semplice per immissione per abitazione unifamiliare.

2.3 Sistemi di ventilazione meccanica a flusso bilanciato con recupero di calore per intero alloggio o per intero condominio

Questi sistemi, molto descritti nelle riviste del settore impiantistico che ultimamente dedicano attenzioni particolari anche ai temi legati al risparmio energetico in edilizia, consistono nell'impiego di una centrale di trattamento dell'aria da cui si dipartono due reti aerauliche: una per l'immissione dell'aria nei soggiorni e nelle stanze da letto ed una per l'estrazione dai bagni, dalle cucine e dalle eventuali lavanderie o ripostigli. Uno schema impiantistico è riportato in figura 7.

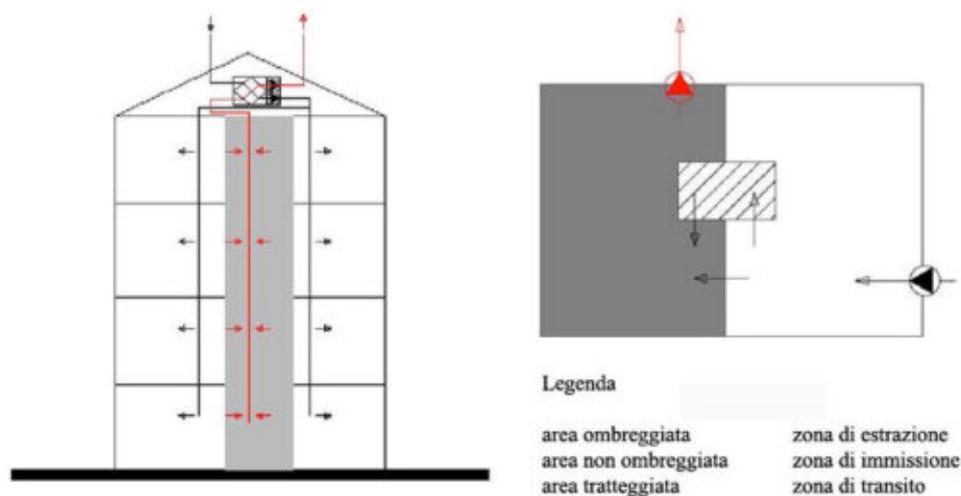


Figura 7: sistema di ventilazione meccanica controllata bilanciata con recupero di calore sull'aria espulsa.

La centrale, comunque dotata di due ventilatori, uno per la mandata ed uno per la ripresa, ha una configurazione differente a seconda che il recupero di calore sia di tipo statico o avvenga mediante l'utilizzo di una pompa di calore, solitamente a funzionamento invertibile.

Nel primo caso, la centrale è equipaggiata con un recuperatore di calore, in alluminio o in materiale plastico, che ha rese differenti: dalle minori (50-60%), ottenibili con i modelli a flussi incrociati, fino al 90% ed oltre nel caso dei recuperatori in controcorrente. Secondo le indicazioni dell'attuale versione della Direttiva Ecodesign per i sistemi di ventilazione, come anticipato, i recuperatori in controcorrente sono destinati ad essere gli unici rimanenti sul mercato, in quanto dal 2020 sarebbero richieste efficienze non inferiori al 90%. In figura 8 è riportato un dettaglio di un recuperatore di calore in controcorrente in materiale plastico. È da notare che alcuni mercati, per discutibili motivi di sicurezza, non accettano scambiatori di calore in materiale plastico, anche se a parità di dimensione sono più efficienti.

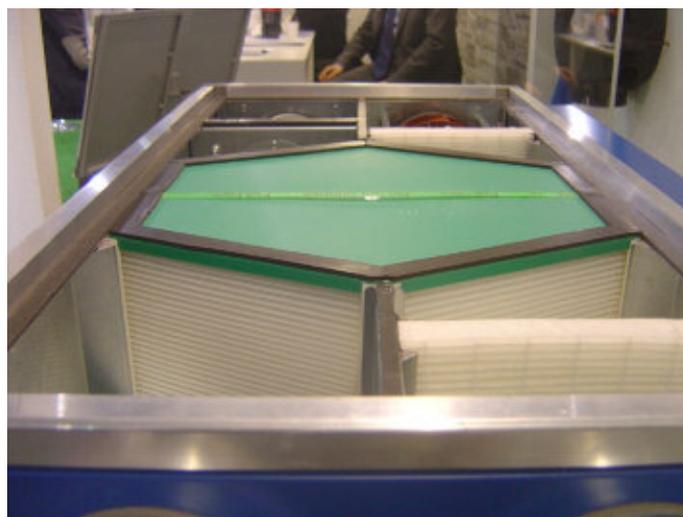


Figura 8: particolare della struttura di un recuperatore di calore in materiale plastico.

Nel secondo caso, la centrale è equipaggiata come una vera e propria macchina termica operante a ciclo inverso, che sostanzialmente funge da pompa di calore per il riscaldamento e frequentemente da refrigeratore per il funzionamento estivo, soprattutto per la deumidificazione. La macchina è generalmente monoblocco ed al suo interno sono contenute due batterie di scambio termico (condensante ed evaporante) con inversione di flusso nei due diversi periodi climatici dell'anno, mediante una valvola a quattro vie. Alcuni modelli, sia con pompa di calore che senza, sono dotati anche di batterie di scambio termico supplementari alimentate con l'acqua del circuito idronico di riscaldamento o condizionamento.

Ci sono esperienze di installazione di questi impianti sia in contesti condominiali che in case unifamiliari, sia in edifici esistenti che in casi di nuova costruzione.

L'installazione, nei contesti condominiali di nuova progettazione, avviene frequentemente nella configurazione cosiddetta "semicentralizzata", in cui sono utilizzati grandi ventilatori a servizio di tutte le unità immobiliari, mentre i recuperatori di calore sono installati singolarmente, alloggio per alloggio; questo permette di evitare "furti di calore" da un appartamento ad un altro, in caso di mancato riscaldamento di qualche unità abitativa.

Lo studio dell'effetto dell'installazione di un sistema a flusso bilanciato in un singolo appartamento di un condominio esistente, è stato descritto in letteratura e rientra all'interno di un'attività di monitoraggio di alcuni parametri ambientali condotta qualche anno fa nella città di Ferrara (Mazzacane et al, 2008). La centrale di ventilazione e buona parte delle canalizzazioni sono state installate nei corridoi, successivamente controsoffittati, mentre il canale di presa d'aria esterna e quello di espulsione passano per la cucina, in posizione tale da consentire una rifodera esteticamente adeguata. L'altezza interna era tale da permettere questo tipo di installazione, compiuta in un paio di giorni da parte di due installatori specializzati. Sono di seguito riportate, in figura 9 e 10, alcune immagini scattate durante le fasi di installazione. Il monitoraggio delle concentrazioni di CO₂ e di umidità relativa, senza e con funzionamento dell'impianto di ventilazione, ha evidenziato una fortissima differenza tra le due situazioni, con concentrazioni di CO₂ che passavano rispettivamente da oltre 5000 ppm ad un massimo di 1400 ppm nei due casi (la concentrazione non dovrebbe superare il valore di circa 1500 ppm in un ambiente correttamente ventilato).

I principali vantaggi dei sistemi a doppio flusso, a fronte di una maggiore complessità progettuale, risiedono nella possibilità di filtrare l'aria e di recuperare il calore dall'aria espulsa con efficienze che, come già osservato possono superare oggi il 90%.

2.4 Sistemi di ventilazione meccanica a flusso bilanciato con recupero di calore per singolo ambiente

I sistemi per singolo ambiente, definiti dalla normativa di settore "single room" sono caratterizzati dal fatto che non necessitano di canalizzazioni negli ambienti perché la mandata e la ripresa avvengono in corrispondenza all'unità di ventilazione stessa, così come si può vedere dallo schema di figura 9; questi sistemi si stanno diffondendo sul mercato negli ultimi anni e vi è una specifica normativa che li riguarda (UNI EN 13141-8).

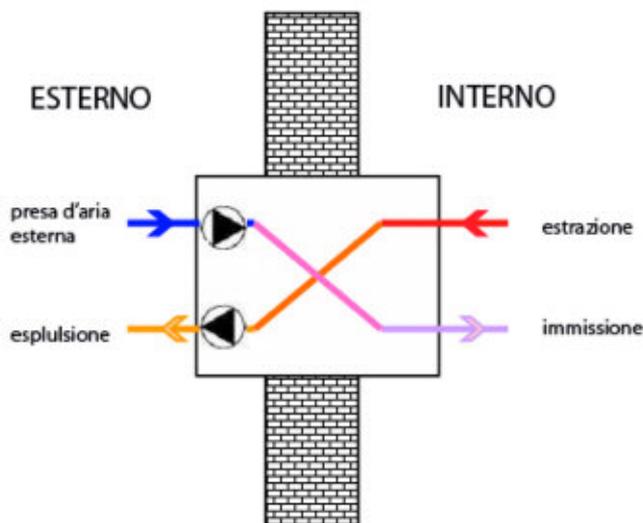


Figura 9: schema di un sistema di ventilazione bilanciata per singolo ambiente.

Già da qualche anno alcune aziende hanno diffuso sul mercato le unità per la ventilazione di singoli ambienti, destinate ad essere installate nello spessore di un muro perimetrale oppure a ridosso della superficie interna dello stesso, come si può vedere nelle immagini di figura 10 e 11.



Figura 10: unità “single room” da installare all’interno della struttura muraria.
Foto scattata durante la fiera Klima House 2013.

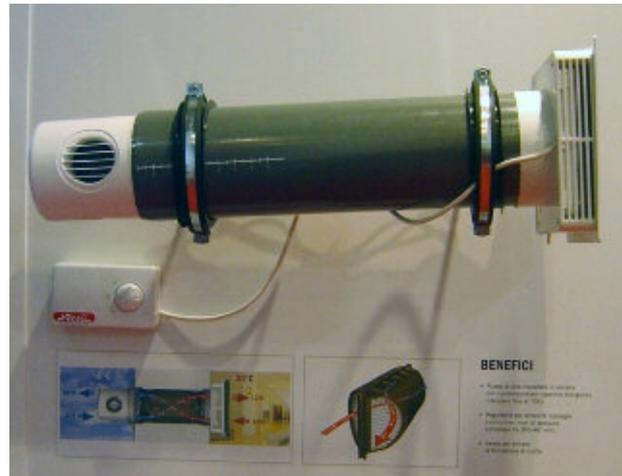


Figura 11: unità “single room” da installare all’interno della struttura muraria previa esecuzione di un carotaggio.
Foto scattata durante la fiera Klima House 2013.

È comunque da rilevare che tutti i prodotti esistenti dovranno essere sicuramente adeguati secondo le richieste della normativa di prodotto – descritta al successivo paragrafo – al momento in fase di aggiornamento, che prevede metodi di prova abbastanza severi al fine di garantire una buona efficienza di ventilazione, riducendo i cortocircuiti d’aria (in presenza dei punti di mandata, ripresa, presa d’aria esterna ed espulsione) e le perdite interne.

3. Le normative di prodotto

Anche in Italia si va diffondendo l’uso della ventilazione nell’edilizia residenziale, come presupposto alla qualità dell’ambiente interno. Il mercato offre, come illustrato in precedenza, un numero crescente di componenti e sistemi per realizzare diverse tipologie di impianti, per cui riesce talvolta difficile scegliere i più adatti alle diverse situazioni e confrontarne le prestazioni, che possono essere molto diverse, anche nell’ambito della stessa tipologia, sia per quanto riguarda la qualità dell’aria conseguibile che per quanto riguarda l’efficienza energetica, tema quest’ultimo ovviamente di grande attualità nel contesto della certificazione energetica degli edifici, per la quale il mondo dell’ingegneria si sta attualmente impegnando notevolmente. Negli ultimi anni, inoltre, il panorama normativo inerente alla ventilazione nell’edilizia residenziale si è notevolmente arricchito.

Sebbene la materia non sia ancora molto conosciuta in Italia, si può in realtà attingere a molti documenti realizzati e divulgati dal Comitato Europeo di Normazione (CEN) e già recepiti a livello nazionale dall'UNI. Il progettista termotecnico, pertanto, ha a propria disposizione un articolato compendio che gli permette, da una parte, di progettare i sistemi di ventilazione meccanica ai fini del controllo della qualità ambientale e, dall'altra, di calcolare l'impatto energetico di tali sistemi. I produttori di sistemi e componenti per la ventilazione residenziale devono a loro volta mettere i progettisti in grado di poter operare una scelta dei prodotti in base ad alcune caratteristiche fondamentali per la sicurezza e per l'efficienza energetica.

3.1 La UNI EN 13142 per la classificazione degli impianti

La norma che permette di classificare i sistemi di ventilazione meccanica controllata è la UNI EN 13142. Entro la fine del 2013 uscirà la nuova versione, ai cui lavori di revisione gli scriventi hanno partecipato in qualità di esperti italiani.

I lavori relativi alla revisione della EN 13142 traggono origine dalla vigente norma che risale al 2004, un documento piuttosto sintetico che si limita a descrivere una serie di requisiti relativi ai componenti di sistemi di ventilazione meccanica per le residenze quali:

- griglie montate all'esterno;
- griglie montate all'interno;
- bocchette di mandata e ripresa dell'aria;
- cappe di cucina (*range hoods*);
- ventilatori;
- uscite dell'aria a tetto;
- sistemi a semplice flusso per estrazione utilizzati per un singolo alloggio;
- sistemi bilanciati con recupero di calore utilizzati per un singolo alloggio.

La norma attuale inoltre tocca, in due brevi paragrafi, i temi della pulizia dei componenti e della relativa manutenzione, nonché delle modalità di realizzazione del marchio, dell'etichettatura e della distribuzione delle informazioni relative ai vari prodotti.

La versione del 2013 è un documento molto più corposo e dettagliato. Il paragrafo 4, *Performance characteristics for residential ventilation components/products*, (Caratteristiche di prestazione di componenti/prodotti per l'edilizia residenziale) è dedicato alla modalità di determinazione delle prestazioni dei differenti componenti (per i sistemi a flusso semplice) e sistemi nella loro interezza (parlando di sistemi a flusso bilanciato) e rimanda alle pertinenti norme di prodotto della serie EN 13141, descritte nel successivo paragrafo.

Particolarmente articolata è la trattazione relativa ai sistemi bilanciati sia per l'intero alloggio (*single dwelling*) alla sezione 4.9, sia per singolo ambiente (*single room*) alla sezione 4.10, in relazione a vari parametri che sono di seguito descritti.

Un primo parametro introdotto è la dichiarazione di intento di utilizzo le cui specifiche sono riassunte in tabella 1, per entrambe le categorie di sistemi bilanciati.

Tabella 1 – Dichiarazioni di intento di utilizzo secondo la revisione di EN 13142.

Opzione ^a	Caratteristica	SDHR Unità centralizzate	SRHR Unità non canalizzate per singolo ambiente
1	Pressione statica alla massima portata	La massima pressione statica è 100 Pa, in accordo con la En 13141-7; se inferiore, deve essere dichiarato il massimo.	-
2	Portata massima	Deriva dalla lettura delle curve portata/prevalenza a 100 Pa.	Dichiarazione del produttore
3	Portata di riferimento (unità a portata bilanciata attraverso il recuperatore di calore, con bypass chiuso)	E' il 70% della portata massima (dedotta alla curva del ventilatore a 50 Pa)	E' il 70% della portata massima (o la più prossima al 70%)
4	Portata minima	Dichiarazione del produttore	Dichiarazione del produttore
5	Funzionamento ai climi freddi	Test per i climi freddi a -15°C come specificato nella EN 13141-7	Test per i climi freddi a -15°C come specificato nella EN 13141-8
6	Sbilanciamento nominale dell'unità (nel caso sia stata progettata per un uso sbilanciato)	Percentuale di sbilanciamento più vicina alla portata di riferimento	Percentuale di sbilanciamento alla portata di riferimento
7	Comportamento al fuoco	Dichiarazione del produttore	Dichiarazione del produttore

^a E' possibile più di una opzione

Successivamente i paragrafi sono articolati nei seguenti argomenti per entrambe le categorie di impianti:

- Classificazione generale – *General on classification*
- Caratteristiche aerodinamiche – *Aerodynamic characteristics*
- Classificazione delle portate di perdita – *Classification of leakage rates*

- Classificazione del bilanciamento della portata di massa – *Classification of Mass Flow Balance*
- Caratteristiche termiche – *Thermal characteristics*
- Classificazione del rapporto di temperatura – *Classification of Temperature Ratio*
- Classificazione del rapporto di umidità – *Classification of humidity ratio*
- Energia – *Energy* (paragrafo di grande interesse per l'introduzione di due nuovi parametri più oltre descritti: SPI – NTPF)
- Caratteristiche acustiche – *Acoustic characteristics*

In letteratura è possibile trovare alcune descrizioni dei contenuti della nuova versione della UNI EN 13142 ai quali il lettore potrà attingere (Raisa e Zecchin, 2012). In questa sede si vuole sottolineare l'importanza della parte relativa ai due nuovi parametri introdotti: SPI (*Specific Power Input*) ed NTPF (*Nominal Temperature Performance Factor*).

SPI è il rapporto tra la potenza elettrica per il funzionamento dei ventilatori, valutata alla portata di riferimento, e la portata stessa, definito dall'equazione (1). Questo parametro, oltre ad avere una sua rilevanza per confrontare diverse apparecchiature, è utilizzato per la valutazione dell'indice NTPF di seguito descritto.

$$(1) \quad SPI = \frac{P_E}{q_{v,ref}}$$

dove:

- P_E : potenza elettrica assorbita dai ventilatori [W];
- $q_{v,ref}$: portata d'aria [m³/s, oppure m³/h].

SPI è espresso in J/m³ o Wh/m³, secondo l'unità di misura della portata d'aria (m³/s, oppure m³/h).

NTPF, fattore nominale di efficienza di temperatura si calcola come esposto nell'equazione (2).

$$(2) \quad NTPF = \frac{\eta_{\theta,su} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta t}{SPI}$$

dove:

- $\eta_{\theta,su}$: rapporto di temperatura in accordo con EN 13141-7 e EN 13141-8;
- ρ : densità di riferimento dell'aria, 1,2 kg/m³;
- c_p : calore specifico dell'aria, 1007 J/kg K;
- Δt : differenza di temperatura convenzionale, posta pari a 13 K.

Il rapporto di temperatura, $\eta_{\theta,su}$ a sua volta coincide con l'efficienza dello scambio termico se le due portate d'aria (entrante ed espulsa) sono uguali.

Come si può notare, al denominatore appare il parametro SPI, precedentemente descritto.

In sostanza NTPF è il rapporto tra energia termica recuperata ed energia elettrica spesa per effettuare quel recupero. Il solo utilizzo dell'indice NTPF potrebbe trarre in inganno per il fatto che un'unità di ventilazione con basso consumo elettrico, ma con moderata efficienza di recupero, potrebbe avere un NTPF molto alto, e quindi ricadere in una delle classi più alte riportate nella norma. Ecco perché gli autori hanno suggerito di aggiungere una trattazione, contenuta nell'appendice C, che introduce altri due parametri, rispettivamente PES (*Primary Energy Saving*) e VUE (*Ventilation Unit Efficiency*) che permettono di fare un confronto tra l'energia recuperata e quella spesa per il funzionamento dei ventilatori (Raisa e Zecchin 2010). Il solo utilizzo dell'indice NTPF rischierebbe di premiare unità con basso consumo energetico al ventilatore, ma altrettanto bassa efficienza del recupero di calore, mentre, a parere degli autori, è importante premiare, a parità di energia spesa, l'unità che ha una maggiore efficienza energetica in termini di energia primaria.

3.2 La UNI EN 13141 per i test dei componenti

In questo paragrafo si compie un accenno relativo ad alcune norme poco conosciute in Italia, ma estremamente importanti, riguardanti le specifiche di prodotto necessarie perché i sistemi di ventilazione ricadevano nell'ambito della direttiva europea sui prodotti da costruzione n. 89/106/CEE, abrogata e sostituita dal Reg. UE 305/2011 (Regolamento dei prodotti da costruzione - CPR *Construction Products Regulation*) che definisce i requisiti essenziali per garantire l'affidabilità minima del prodotto e introduce la marcatura CE (Conformité Européenne) per attestarne la conformità. Esse sono sostanzialmente le dieci parti della UNI EN 13141 già pubblicate (in parte in fase di revisione) più la undicesima parte al momento in fase di prima scrittura, dedicata ai sistemi a flusso semplice per immissione (in inglese denominati "*positive pressure*").

Vale la pena elencare i titoli del secondo gruppo di norme in Tabella 2 (non riportate in bibliografia per motivi di brevità), da cui si comprende la completezza della trattazione. Per maggiori approfondimenti, si possono consultare le normative stesse o le pubblicazioni sul tema citate nella bibliografia di questo articolo.

Tabella 2 - Articolazione della norma UNI EN 13141 relativa alle prestazioni di componenti e prodotti per la ventilazione degli alloggi.

Codice	Titolo della relativa parte [a]	Note
UNI EN 13141-1:2004	Dispositivi di diffusione dell'aria montati all'esterno e all'interno.	
UNI EN 13141-2:2004	Bocchette per l'estrazione e l'immissione dell'aria.	
UNI EN 13141-3:2004	Cappe per uso domestico.	
UNI EN 13141-4:2004	Ventilatori utilizzati negli impianti di ventilazione degli alloggi.	
UNI EN 13141-5: 2005	Aspiratori statici e dispositivi di uscita in copertura.	
UNI EN 13141-6:2004	Kit per impianti di estrazione per abitazioni unifamiliari.	
UNI EN 13141-7:2004	Verifica delle prestazioni di unità di ventilazione meccanica di immissione ed estrazione (compreso il recupero di calore) di impianti di ventilazione meccanica destinati ad abitazioni unifamiliari.	
UNI EN 13141-8:2008	Verifica delle prestazioni di unità di ventilazione meccanica di immissione ed estrazione (compreso il recupero di calore) di impianti di ventilazione meccanica destinati ad ambienti singoli.	Nuova versione entro 2013
UNI EN 13141-9:2008	Dispositivi di immissione dell'aria igroregolabili montati all'esterno.	
UNI EN 13141-10:2008	Dispositivi di estrazione dell'aria igroregolabili.	
prEN 13141-11		Prima edizione nel 2014
EN 13142:2004 [b]	Ventilazione degli edifici – Componenti – Prodotti per la ventilazione residenziale – Caratteristiche di prestazione richieste e facoltative	
<p>[a] Il titolo generale è uguale per tutte le parti: "Ventilazione degli edifici – Verifica delle prestazioni di componenti/ prodotti per la ventilazione degli alloggi"</p> <p>[b] Le parti della EN 13141 fanno riferimento alla EN 13142.</p>		

4. Aspetti energetici ed economici

Merita, per concludere, un accenno ai costi degli impianti ed agli oneri di installazione e successiva manutenzione. Sarebbe stato più semplice scrivere questo paragrafo alcuni anni fa, quando sul mercato italiano era presente un numero di aziende piuttosto limitato. Oggi, invece, i produttori e distributori si sono moltiplicati, come si può notare dalle trattazioni nelle riviste specialistiche di settore e visitando le fiere in cui sono presentate le tecnologie per l'edilizia. Nei successivi paragrafi si daranno alcune indicazioni di massima che gli autori hanno desunto dai propri contatti.

4.1 I costi degli impianti di ventilazione meccanica

È da precisare che i costi dei sistemi di ventilazione (in questo paragrafo intesi per un impianto chiavi in mano) sono piuttosto contenuti in rapporto al costo di costruzione di un intero alloggio, soprattutto considerati i benefici in termini di qualità dell'aria interna e di conservazione del manufatto edilizio che essi permettono di conseguire. I sistemi a flusso semplice sono le tecnologie più economiche e più rapide da installare. I costi variano da azienda ad azienda e, solitamente, si aggirano attorno a 2500 € per alloggio. I sistemi a flusso bilanciato, invece, necessitando di una doppia rete aerea ed avendo una centrale con recuperatore di calore sono ovviamente più costosi e necessitano più tempo per essere installati. Un costo medio si aggira attorno ai 5000 € per appartamento. Vi sono ovviamente differenze di costo a seconda dell'efficienza del recuperatore di calore e di altre caratteristiche.

4.2 I fabbisogni energetici di ventilazione

Viene spesso erroneamente affermato che la ventilazione meccanica induce uno spreco energetico dovuto al fatto che genera una portata d'aria che deve essere riscaldata o raffreddata, in misura maggiore o minore a seconda della presenza e dell'efficienza di un eventuale recuperatore di calore.

In realtà, in primo luogo, bisogna parlar di costo e non di spreco, poiché il corretto ricambio d'aria negli ambienti è un'esigenza irrinunciabile per la qualità ambientale, così come lo è il controllo della temperatura, che richiede appunto un costo energetico. In secondo luogo il confronto con una situazione di assenza di ventilazione meccanica deve essere fatto a parità di qualità dell'aria, difficilmente ottenibile mediante aerazione (la semplice apertura delle finestre) che dovrebbe essere distribuita nell'arco della giornata e graduata in relazione alle condizioni climatiche: tutte cose praticamente impossibili da garantire in modo ottimale, cosicché, in pratica, se si vuole ottenere una buona qualità dell'aria si finisce con il ventilare molto di più di quanto necessario, con evidente maggiore onere energetico. La ventilazione meccanica, con portate determinate in modo univoco, eventualmente variabili in funzione delle esigenze (DCV, *Demand Controlled Ventilation*: ventilazione controllata dalla richiesta) consente la certezza della portata e quindi del fabbisogno per il relativo trattamento. Le diverse possibili configurazioni, precedentemente illustrate, danno luogo a diversi fabbisogni energetici individuabili mediante opportuni metodi di calcolo (Raisa, Schiavon, Zecchin 2010, pag.178) e quindi, in rapporto al relativo costo di installazione, consentono l'analisi costi/benefici e la scelta impiantistica più opportuna.

Conclusioni

Quanto precedentemente esposto, unitamente quanto scritto nel precedente articolo relativo al problema delle muffe, tiene conto del fatto che la ventilazione meccanica è una soluzione utile per il raggiungimento della qualità dell'aria interna senza costituire di fatto un maggior aggravio dal punto di vista energetico, ma anzi un evidente risparmio rispetto alla situazione dovuta all'assenza di ventilazione meccanica, e con un modesto incremento di costo di costruzione degli alloggi.

Sarebbe pertanto auspicabile che questa tecnica fosse più diffusa così come avviene in altri paesi europei. Il parere degli scriventi, inoltre, è che a livello italiano sarebbe importante un intervento di carattere anche legislativo, se non altro per una maggiore consapevolezza dei progettisti riguardo alle problematiche edilizie degli ambienti scarsamente ventilati. Una possibile idea potrebbe essere quella di estendere il regime degli incentivi fiscali per coloro che utilizzano sistemi di ventilazione meccanica ad elevata efficienza.

Bibliografia

- Awbi A. (2003) Ventilation of buildings, Spon Press, London.
- Decreto legislativo 16 febbraio 2011 n. 15 recepimento della Direttiva 2009/125/CE nota come Direttiva Ecodesign.
- Emmerich J.S., Dols W.S., Axley J.W (2001) – Natural ventilation review and plan for design and analysis tools – NIST report 6871.
- Filippi M., Corgnati S., Rollino L., (2008) – Risparmio energetico e qualità dell'aria nella ventilazione residenziale. In atti del convegno nazionale AiCARR – Padova.
- Mazzacane S., Raisa V., Boulanger X., Cusumano A., (2008) – Ventilazione ambientale nell'edilizia residenziale: un caso studio relativo a sperimentazioni sui consumi energetici e sulla qualità dell'aria in un alloggio campione a Ferrara. In atti del convegno nazionale AiCARR – Padova.
- Raisa V., Schiavon S., Zecchin R., (2010) – Teoria e tecnica della ventilazione: soluzioni per l'edilizia residenziale e il piccolo terziario. MILANO, Editoriale Delfino, ISBN: 9788889518984.
- Raisa V. Zecchin R. (2010) – La valutazione delle prestazioni energetiche nella scelta progettuale dei sistemi di ventilazione per l'edilizia residenziale: l'evoluzione della normativa. La termotecnica, settembre, pp 53–60.
- Zecchin R. (2010) – La ventilazione nell'edilizia residenziale: come coniugare qualità ambientale ed efficienza energetica. Un mercato sempre più ricco di sistemi e componenti, nel quale bisogna saper scegliere – Giornale ingegnere n. 14 – pag. 26.

Normative di riferimento

UNI 10339:1995 – Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.

UNI 10350:1999 – Componenti edilizi e strutture edilizie – Prestazioni igrotermiche – Stima della temperatura superficiale interna per evitare umidità critica superficiale e valutazione del rischio di condensazione interstiziale.

UNI EN 12792:2005 – Ventilazione degli edifici – Simboli, terminologia e simboli grafici.

prEN 13141-11 – Ventilation for buildings – Performance testing of components/products for residential ventilation – Part 11: Supply ventilation systems. Rif. Documento CEN TC 156/WG2/ n.619.

UNI EN ISO 13788:2003 – Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale – Metodo di calcolo.

CEN TR 14788:2006 – Ventilation for buildings. Design and dimensioning of residential ventilation systems.

Convegni AiCARR

2002 – Sistemi e impianti per il controllo della qualità dell'aria e dell'umidità.

2002 – Qualità ambientali, e soluzioni sostenibili.

2002 – Distribuzione e movimento dell'aria nell'ambiente confinato: energia, benessere e rumore.

2005 – Gli impianti nell'edilizia eco-sostenibile e bio-compatibile.

2006 – Il ciclo di vita degli impianti nell'ambito del processo edilizio.

2006 – HVAC&R – Tecnologie, Norme, Mercato. Responsabilità, Rischi, Opportunità.

2007 – L'impiantistica di fronte alle nuove disposizioni sul risparmio energetico.

2008 – Riduzione dei fabbisogni, recupero di efficienza e fonti rinnovabili per il risparmio energetico nel settore residenziale.

2008 – I sistemi di climatizzazione per un nuovo equilibrio tra uomo e ambiente.

2009 – Impianti, energia e ambiente costruito – Verso un benessere sostenibile.

Siti internet di rilievo

www.uni.com <http://www.evia.eu/> <http://www.epeeglobal.org/> <http://www.eurovent-association.eu/>

