

I sistemi di ventilazione meccanica a portata variabile per l'edilizia del terziario: alcune tecnologie presenti sul mercato.

Valentina Raisa – Marco Zecchin
Sistene E.S.Co.

TIPOLOGIE DI SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA PER LA VENTILAZIONE DEGLI EDIFICI

I sistemi di ventilazione meccanica sono utilizzati sia nel settore residenziale che in quello terziario.

Per entrambe le categorie di edifici un progettista può scegliere se adottare sistemi a flusso semplice per estrazione, oppure sistemi a doppio flusso generalmente equipaggiati con recuperatore di calore. Queste tipologie di impianti sono descritti in letteratura (Raisa et al., 2010).

Nell'edilizia residenziale, accanto ai sistemi a portata fissa, si sono sviluppati quelli a portata variabile che utilizzano la concentrazione di vapore interna per modulare le portate di rinnovo: se gli ambienti sono occupati o se l'umidità interna è elevata si ha una maggiore ventilazione, mentre, al contrario, se nessuna persona è presente all'interno e si ha una bassa umidità relativa, si ha un minor ricambio dell'aria.

I sistemi di ventilazione meccanica per gli edifici residenziali, purtroppo, sono ancora poco diffusi in Italia anche se il loro utilizzo è ottimale sia per raggiungere una buona qualità dell'aria interna sia per limitare le dispersioni energetiche legate al processo di rinnovo dell'aria negli ambienti interni.

È da notare che si stanno sviluppando anche nuove tecnologie, come quelle dei sistemi per il trattamento locale dell'aria (Single Room Heat Exchanger, abbreviati con l'acronimo SRHR) e nuove normative di supporto (per i sistemi SRHR, ad esempio, il riferimento è la UNI EN 13141-8) per cui il progettista ha a disposizione molteplici possibilità per ventilare gli edifici nuovi e ristrutturati.

Nell'edilizia del terziario, invece, non è così diffuso il concetto della possibilità di variare le portate di rinnovo secondo le reali esigenze degli ambienti.

Questo è da imputare principalmente al fatto che la normativa italiana del settore (la UNI 10339 del

SOMMARIO

I sistemi di ventilazione meccanica sono frequentemente impiegati nell'edilizia del terziario, specialmente in uffici di limitata estensione e negozi. Ai fini energetici tali sistemi sono spesso dotati di recuperatori di calore statici con efficienze che possono raggiungere anche il 90%.

Vi è tuttavia un'altra possibilità per limitare i consumi energetici dell'impianto di ventilazione senza penalizzare la qualità dell'aria interna: variare le portate di rinnovo in relazione alle reali esigenze degli ambienti da servire.

Questo articolo descrive alcune tipologie di sistemi di ventilazione meccanica a portata variabile attualmente utilizzate per l'edilizia del terziario ed orienta il lettore (progettista o gestore di patrimoni immobiliari) su come individuare le tecnologie più efficienti presenti sul mercato.

SUMMARY

Mechanical ventilation systems are often used in small commercial buildings.

Usually, for energy saving reasons, they are equipped with heat exchangers, especially with high efficiency.

Other possibilities to reduce energy consumptions of ventilation systems, without compromise indoor air quality, exist: they concern the possibility to control air changing on the real internal demand. This is the Demand Control Ventilation.

This article describes some efficient techniques of Demand Control Ventilation diffused in the actual market.

1995 attualmente in fase di revisione) propone un prospetto dal quale, per ogni categoria di edifici, si deducono prima l'indice di affollamento e successiva-

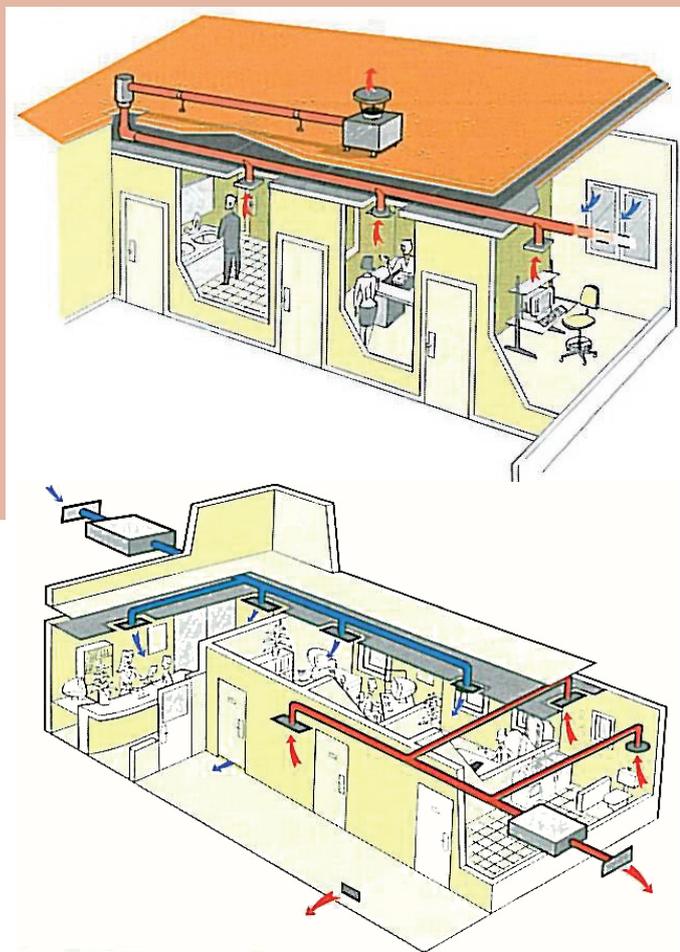


Fig. 1 - Schema di realizzazione di impianti di VMC in edifici del terziario di piccole dimensioni. Sopra si nota un sistema di VMC a semplice flusso per estrazione, mentre sotto un sistema di VMC a doppio flusso, senza recupero di calore.

Fig. 2 - Schema di sistema di VMC a doppio flusso con recupero di calore. Le frecce indicano l'immissione dell'aria in ambiente (rivolte verso il basso) e l'estrazione dell'aria viziata (rivolte verso l'alto)

Fig. 3 - Schema di impianto monozona e multizona

Fig. 4 - A destra schema di funzionamento di un sistema di ventilazione modulata sulla base della presenza delle persone in un determinato ambiente. Esempio di sonda ottica (in basso a sinistra). Diametro: 80mm.

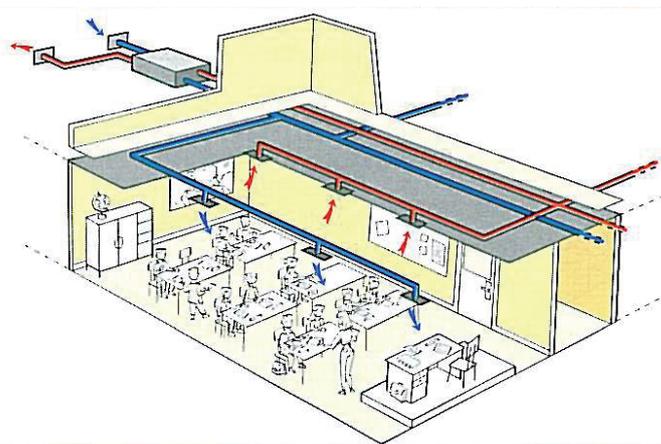
1

mente la portata per persona sulla base della quale dimensionare l'impianto aeraulico.

In secondo luogo, le normative che invitano a riflettere sulla possibilità della "Demand control ventilation" (ventilazione controllata sulla domanda, ovvero sul reale bisogno), come ad esempio la UNI EN 13779 e la UNI EN 15251 del 2008 sono poco conosciute da chi scrive regolamenti edilizi (alcuni dei quali fanno addirittura a norme obsolete) e da chi controlla i progetti (ASL, Comuni) per poi dare indicazioni su come progettare l'impianto di ricambio dell'aria.

Fortunatamente tra non molto (non si conoscono ancora i tempi precisi, ma il gruppo di lavoro AiCARR è in dirittura d'arrivo) sarà pubblicata la nuova UNI 10339 che darà la possibilità di adottare un metodo progettuale prescrittivo oppure uno prestazionale: quest'ultimo può essere utilizzato da chi desidera progettare sistemi a portata variabile.

Tra le categorie di edifici adibiti ad uso civile elencate nella UNI 10339:1995 (che saranno poi riprese dalla nuova norma) si possono individuare le seguenti, appartenenti al settore terziario: alberghi e pensioni, edifici per uffici ed assimilabili, ospedali, cliniche case di cura ed assimilabili, edifici adibiti ad attività ricreative, associative, di culto ed assimilabili (cinema, teatri, sale per congressi, mostre, musei, biblioteche, luoghi di culto, bar ristoranti, sale



2

da ballo) attività commerciali e assimilabili, edifici adibiti ad attività sportiva, edifici adibiti ad attività scolastiche ed assimilabili.

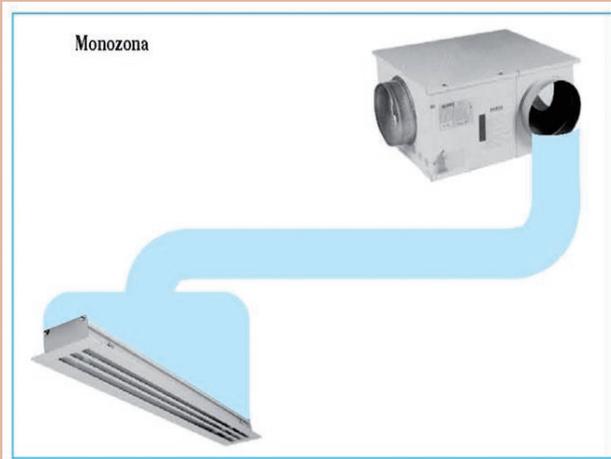
Per alcune tipologie di edifici il progetto del sistema di ventilazione meccanica è simile a quello realizzato nelle residenze per il fatto che la morfologia è sostanzialmente identica.

Alcuni piccoli edifici per uffici o strutture ricettive e piccoli esercizi commerciali sono costituiti da uffici o stanze, corridoi, servizi igienici e qualche piccola sala per riunioni o sala comune, e a volte da una cucina per la preparazione di pasti veloci.

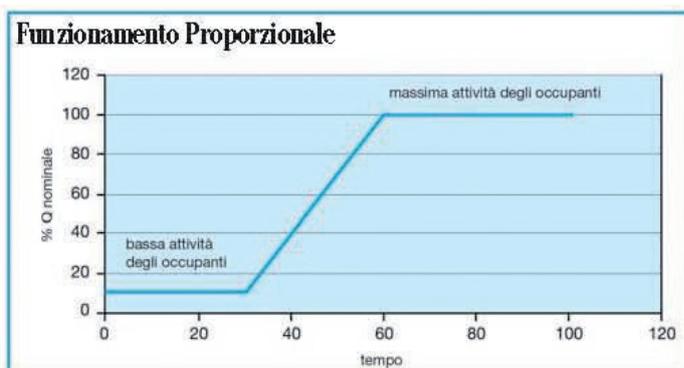
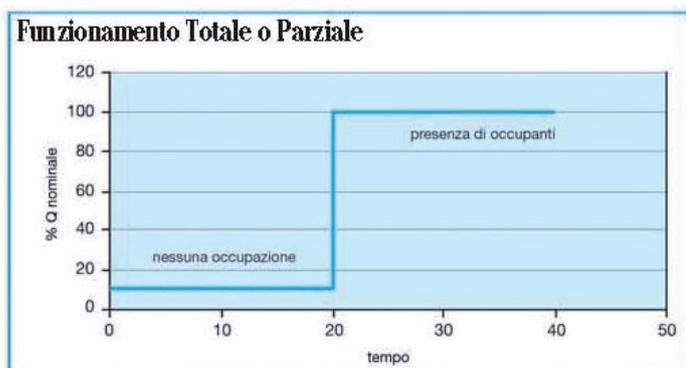
In questi casi possono essere utilizzati sistemi a semplice o a doppio flusso avendo cura di realizzare le immissioni, oppure installare i dispositivi di ingresso dell'aria, nei locali a bassa produzione di inquinanti e di dedicare le estrazioni ai servizi igienici, cucine e vani tecnici di vario tipo (locali per fotocopiatori, ecc).

Le immagini seguenti riportano alcuni schemi tipici per queste realizzazioni.

In Figura 1, a sinistra, si nota il caso di un piccolo contesto con due uffici ed un servizio igienico. In questo caso per realizzare un ricambio d'aria controllato è



3



4

stato utilizzato un sistema di VMC a semplice flusso per estrazione.

L'immagine di destra, invece, riporta invece il caso di impianto a doppio flusso indipendente, ossia in cui due differenti ventilatori sono collegati rispettivamente ad un circuito di mandata dell'aria e ad uno di ripresa.

Questa configurazione impiantistica ha il vantaggio di essere estremamente semplice, ma di non permettere il recupero di calore dall'aria estratta per cederlo a quella immessa.

Tuttavia è possibile regolare il rinnovo dell'aria modulando le portate mediante l'utilizzo di eventuali sensori più oltre descritti. Lo schema di Figura 2 riguarda invece il caso di un impianto a doppio flusso in cui vi è un'unica centrale a servizio della mandata e della ripresa equipaggiata (anche se dallo schema non è visibile) con un recuperatore di calore statico. Come anticipato, così come per le residenze anche per gli edifici del terziario, posto che il profilo di funzionamento è diverso, una buona regola per una ventilazione sostenibile è riconducibile al "controllo" delle portate di rinnovo (che non è ottenibile mediante l'apertura dei serramenti) mediante tecniche per la variabilità delle stesse (ad esempio sulla base del tasso di CO₂ all'interno degli ambienti oppure del numero di persone presenti).

METODOLOGIE DI VARIAZIONE DELLA PORTATA NEI SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA



Esistono in commercio diversi sistemi per la modulazione della portata. In questo articolo ne sono descritti alcuni dotati di sensori per rilevare la presenza delle persone, il loro movimento, oppure ancora il tasso di CO₂ in ambiente.

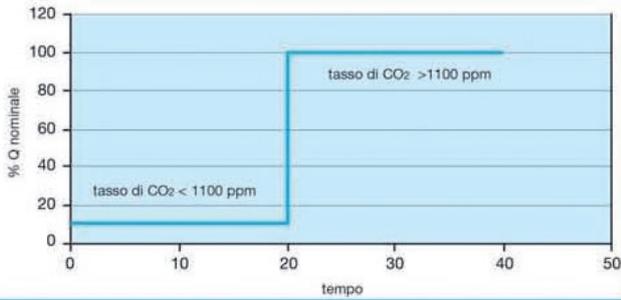
A seconda del sistema di ventilazione adottato, gli impianti possono essere del tipo "monozone" o "multizona", così come illustrato in Figura 3.

La variazione della portata di ventilazione in rapporto alla presenza di persone avviene come schematizzato in Figura 4 (in alto).

Una sonda ottica rileva la presenza delle persone ed invia il segnale ad una scheda elettronica che a sua volta comanda l'azione di una bocchetta, di un modulo di regolazione della portata o della velocità di rotazione del ventilatore.

La variazione della portata di ventilazione in rapporto alla attività delle persone in determinati locali (Figura 4, destra) può avvenire per mezzo di una o più

Funzionamento Totale o Parziale



Funzionamento Proporzionale

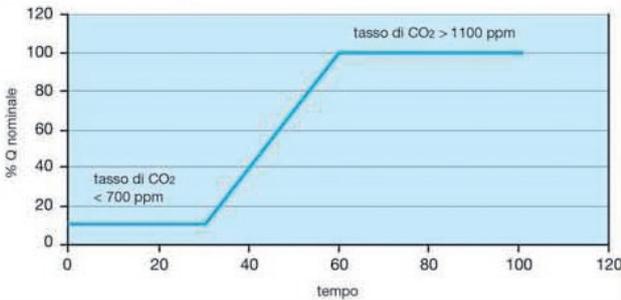


Fig. 5 - Schema di funzionamento di un sistema di ventilazione modulata sulla base della variazione del tasso di CO₂ in ambiente.

Fig. 6 - Configurazione di uno schema impiantistico a sinistra e a destra particolare della bocchetta con rilevatore di presenza persone integrato. Legenda: 1: bocchetta del riquadro a destra; 2 ventilatore.

Fig. 7 - modalità di funzionamento del sistema a portata variabile dotato di bocchetta equipaggiata con rilevatore di presenza di persone. Il grafico in alto riporta un esempio di occupazione di un ambiente. Al momento B sono presenti alcune persone, mentre nei momenti A e C il locale è vuoto. Il grafico inferiore indica la portata realmente immessa nell'ambiente, posto che la bocchetta è stata impostata per un funzionamento alla portata massima di 50 m³/h.

Fig. 8 - Configurazione di uno schema impiantistico a portata variabile sulla base della presenza delle persone nell'ambiente sopra; sotto particolare del dispositivo di regolazione della portata con scheda elettronica integrata. Legenda: 1: sonda ottica; 2 diffusore; 3 modulo di regolazione della portata; 4 modulo di regolazione della portata massima; 5 ventilatore.

levazione di presenza integrato: l'apertura è ridotta quando il locale in cui è installato è vuoto, mentre è nominale quando il locale è occupato¹.

Per una buona riuscita dell'impianto il ventilatore dovrebbe avere curve di lavoro abbastanza piatte, per poter gestire le variazioni di portata o, meglio, dovrebbe essere dotato inverter per un'ottimale regolazione della pressione statica disponibile.

Osservando un tipico grafico di funzionamento in Figura 7, si può vedere che nell'intervallo A, non è avvenuta alcuna regolazione. La bocchetta pertanto permette l'estrazione di 5 m³/h. All'inizio della fase B avviene una rilevazione.

La bocchetta si apre alla portata massima, regolabile mediante una levetta (variazione da 25 a 100 m³/h con valori intermedi pari a 50 e 75 m³/h). Al punto C si può osservare che la bocchetta resta aperta alla portata nominale per 20 minuti dopo l'ultima rilevazione.

Successivamente essa torna a funzionare alla portata minima.

Il secondo caso è quello che prevede di utilizzare alcuni specifici sensori di rilevamento di presenza degli occupanti e lo schema impiantistico con i relativi componenti principali è quello di Figura 8.

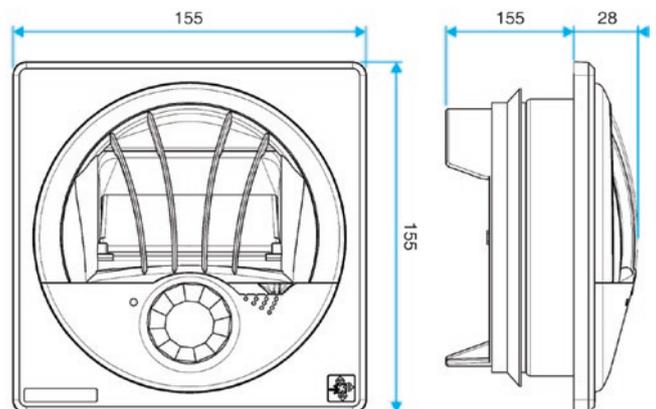
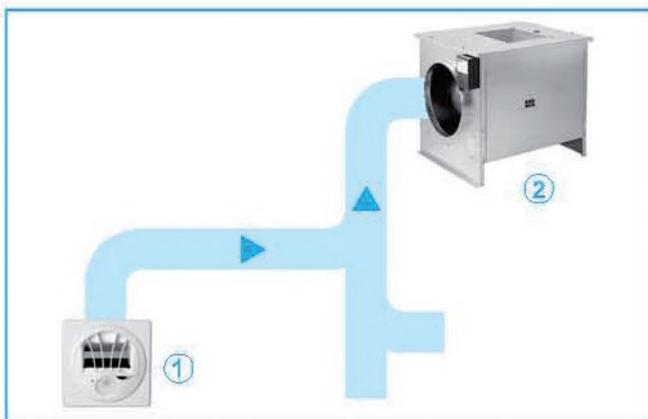
sonde ottiche che, come nel caso precedente, sono collegate ad una scheda elettronica che a sua volta induce alcune operazioni relative all'apertura/chiusura di bocchette o al profilo di funzionamento del ventilatore.

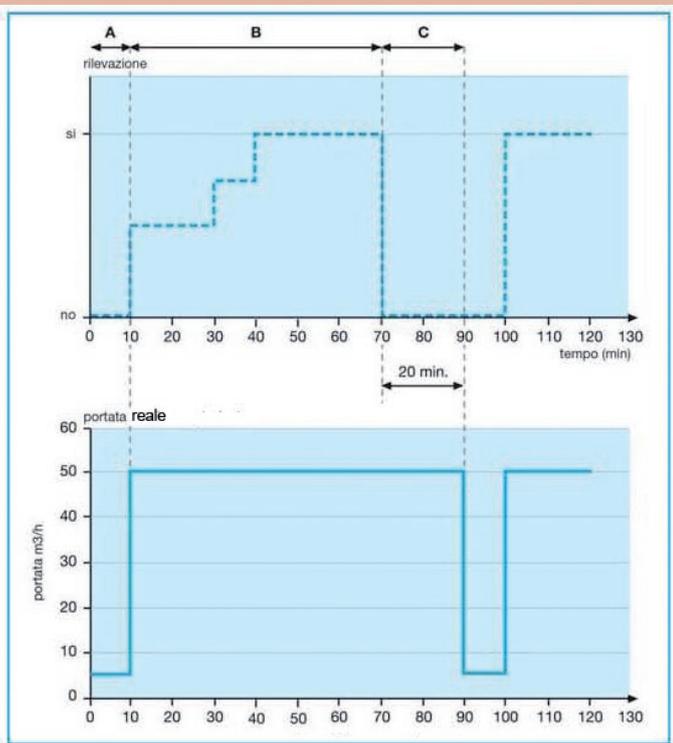
La variazione della portata sulla base del tasso di CO₂ può essere realizzata mediante appositi sensori secondo le stesse metodologie precedentemente descritte e schematizzate in Figura 5.

Solitamente in questo tipo di impianti la variazione della portata d'aria inizia al raggiungimento del valore di soglia di 1100 ppm.

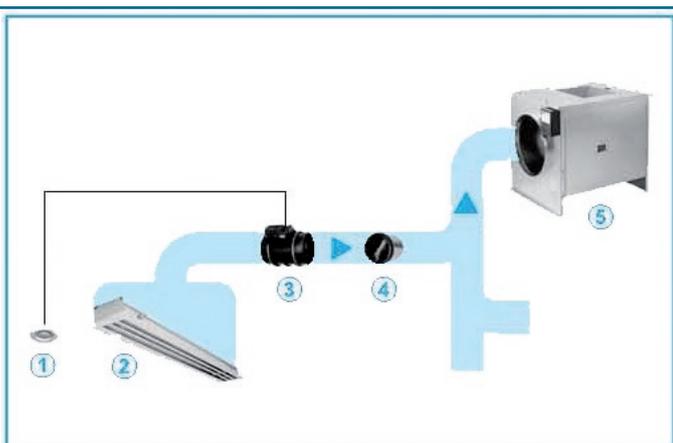
A corredo degli schemi delle figure 4 e 5 seguono alcuni schemi di impianto in cui sono visibili i componenti principali per la realizzazione della variazione di portata.

Il primo caso, Figura 6, è quello di un sistema multi-zona in cui si utilizza un terminale di estrazione a ri-





7

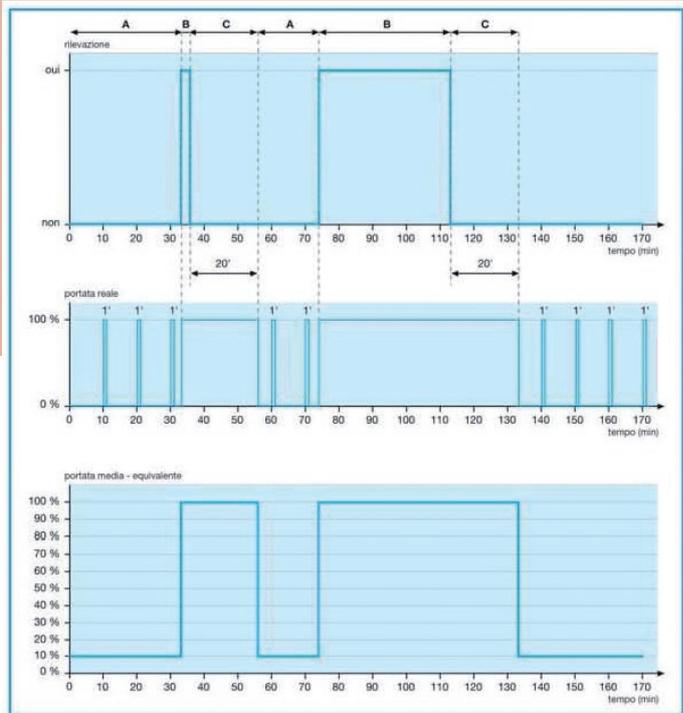


8



Osservando un tipico caso di funzionamento in Figura 9, si può vedere che al momento A vi è assenza di rilevazione. Il modulo di regolazione della portata indicato con il

Fig. 9 - modalità di funzionamento del sistema a portata variabile dotato di sonda ottica che rivela la presenza di persone. Il grafico in alto rappresenta un esempio di occupazione di un ambiente. Il grafico intermedio indica la portata realmente immessa nell'ambiente, mentre quello sottostante traduce le stesse portate in termini medi equivalenti.



9

numero 3 nella Figura 8 resta aperto per il 10% del tempo, ossia si apre 1 minuto ogni 10. La portata media equivalente è il 10% della portata nominale.

Durante la fase B avviene una rilevazione: il modulo si apre per il 100% del tempo. Sino a che la sonda ottica continua ad analizzare le rilevazioni il modulo rimane aperto. Durante la fase C non vi sono rilevazioni, per cui il modulo si chiude 20 minuti dopo l'ultima di esse.

Osservando un ulteriore tipico caso di funzionamento in Figura 10, si può osservare che al momento A non vi è occupazione per cui il modulo di regolazione della portata contrassegnato dal numero 3 in Figura 10, nella parte in alto a destra, è aperto per il 10% del tempo come nel caso precedente. Al momento B le sonde ottiche rilevano i movimenti delle persone e la scheda elettronica integrata è in grado di controllare il numero di movimenti rilevati. In base a questi, il tempo di apertura è proporzionale al tasso di occupazione degli ambienti.

La scheda elettronica analizza le rilevazioni effettuate per 10 minuti e quindi imposta il tempo di apertura per i successivi 10 minuti.

Ad esempio, al movimento misurato di livello 5, scatta il periodo di apertura massima per successivi 6 minuti, mentre al movimento misurato di livello 9 scatta il periodo di apertura massima per i successivi 10 minuti.

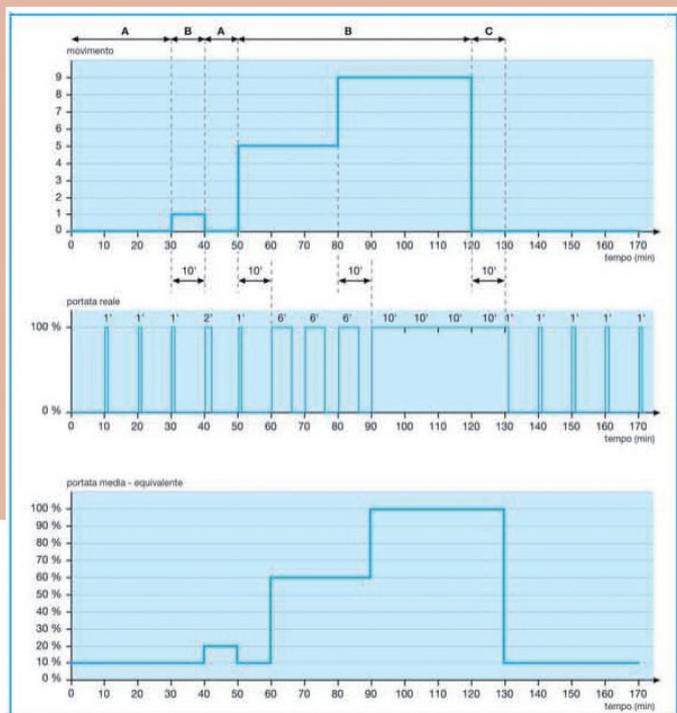
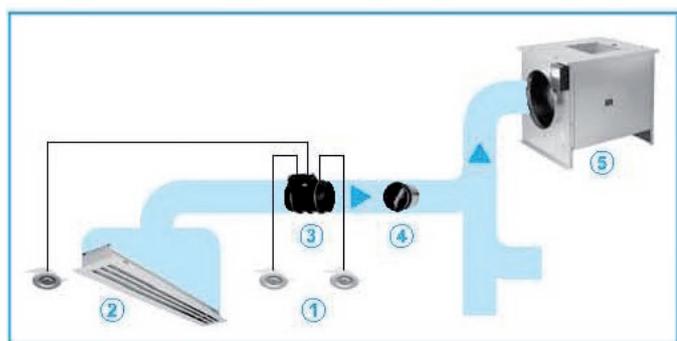


Fig. 10 - modalità di funzionamento del sistema a portata variabile dotato di più sonde ottiche nello stesso ambiente che rilevano la presenza di persone (immagine in alto). Nell'immagine in alto, il grafico in alto rappresenta un esempio di occupazione di un ambiente. Il grafico intermedio indica la portata realmente immessa nell'ambiente, mentre quello sottostante traduce le stesse portate in termini medi equivalenti.

Fig. 11 - Configurazione di uno schema impiantistico a portata variabile sulla base del tasso di CO₂ in ambiente; a sinistra regolazione mediante scheda elettronica, a destra regolazione tramite variatore di tensione.

Fig. 12 - modalità di funzionamento del sistema a portata variabile dotato di sensori di CO₂. Il grafico in alto rappresenta un esempio variazione del tasso di CO₂ misurato in ppm in un ambiente. Il grafico intermedio indica la portata realmente immessa nell'ambiente, mentre quello sottostante traduce le stesse portate in termini medi equivalenti.

Fig. 13 - Valutazioni riguardo i possibili utilizzi dei sistemi a portata variabile descritti al paragrafo 4.



10

Il dispositivo invece si chiude 10 minuti dopo l'ultima rilevazione, continuando il funzionamento di base, cioè per 1 minuto ogni 10.

Il terzo caso (Figura 11) è quello di variazione della portata mediante l'utilizzo di una sonda di CO₂. In questo caso lo scopo è quello di comandare la veloci-

tà di rotazione del ventilatore in funzione del ritorno di informazioni ricevute dal rilevatore. Per fare questo il segnale di ritorno di rilevazione può agire direttamente sul motore, oppure su un variatore di frequenza (inverter), o ancora su un variatore di tensione, eventualmente per mezzo di una scheda elettronica.

Osservando un tipico caso di funzionamento in Figura 12, si può osservare che al momento A il tasso di CO₂ è inferiore a 1100 ppm e quindi il modulo di regolazione della portata, secondo la configurazione di impianto di Figura 11 a sinistra, è aperto 1 minuto ogni 10 minuti.

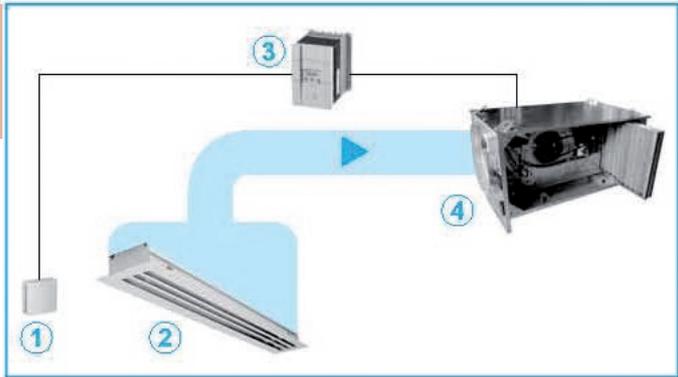
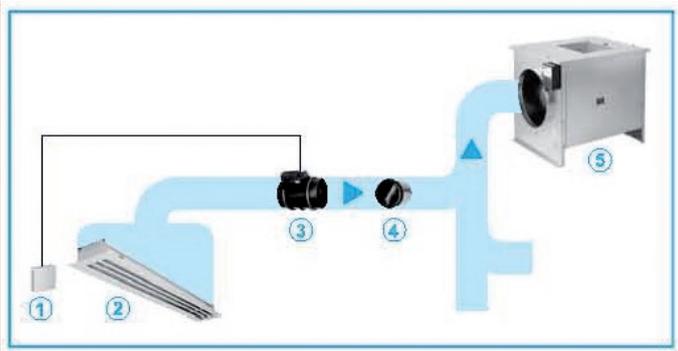
Alla fase B invece il tasso di CO₂ è maggiore di 1100 ppm e la bocchetta rimane aperta al massimo sino a che le rilevazioni non indicano che il tasso di CO₂ sta scendendo.

La bocchetta continua a funzionare alla modalità di base dopo l'ultima rilevazione al di sotto dei 1100 ppm.

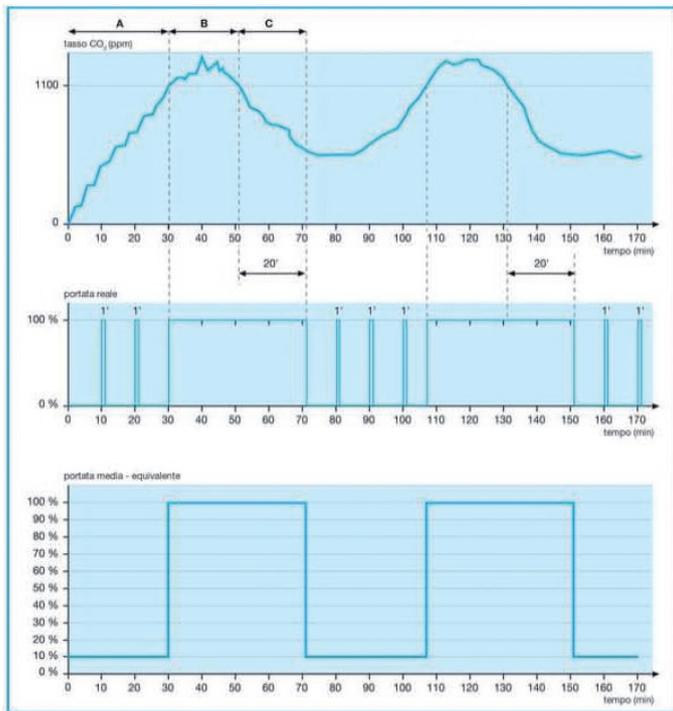
A fini del calcolo dei consumi energetici, un riferimento interessante è quello di una nota tecnica francese, la Avis Technique 14/04-864. Essa definisce

Tabella I - Coefficienti per valutare le portate equivalenti nel caso di impianti di VMC a portata variabile, secondo la nota tecnica francese, l'Avis Technique 14/04-864

| Locale interessato | Presenza | | | Persone in movimento | | CO ₂ | |
|---|--|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| | Bocchetta con rilevatore di presenza integrato | Modulo di regolazione della portata | Ventilatore a velocità variabile | Modulo di regolazione della portata | Ventilatore a velocità variabile | Modulo di regolazione della portata | Ventilatore a velocità variabile |
| Sala riunioni | 0,55 | 0,55 | 0,60 | 0,34 | 0,43 | 0,29 | 0,37 |
| Ufficio da 0 a 3 persone | 0,68 | 0,64 | 0,64 | 0,67 | 0,70 | 0,57 | 0,61 |
| Ufficio open space con più di 3 persone | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,53 | 0,59 | 0,45 | 0,50 |
| Edificio scolastico primario | 0,64 | 0,64 | 0,68 | 0,67 | 0,70 | 0,57 | 0,61 |
| Edificio scolastico superiore | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,48 | 0,54 | 0,41 | 0,47 |
| Sala ristorante | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,58 | 0,63 | 0,49 | 0,53 |
| Cinema | - | - | - | - | - | 0,33 | 0,40 |
| Altri locali (valore forfetario) | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |



11



12

dei coefficienti correttivi da applicare alle portate nominali dell'impianto per trovare quelle "equivalenti", con approccio analogo a quello previsto dalla UNI TS 11300-1 per i sistemi residenziali ai quali si applica il coefficiente correttivo 0,6 sulla portata di progetto nel caso di utilizzo di sistemi igroregolabili. I coefficienti correttivi sono riportati in Tabella 1.

| Locale Interessato | | Presenza | Rilevamento Movimento | CO2 |
|---|--|----------|-----------------------|-----|
| | | | | |
| Sala riunioni | | + | +++ | ++ |
| Ufficio ≤ 3 persone | | ++ | + | - |
| Ufficio open space > 3 persone | | + | ++ | + |
| Edificio scolastico primario e secondario | | ++ | ++ | + |
| Edificio scolastico superiore | | + | ++ | + |
| Sala ristorante | | + | + | ++ |
| Cinema | | | | ++ |
| Altri locali (valore forfettario) | | + | ++ | ++ |

13

A livello informativo si riporta in Figura 13 un prospetto riguardante le caratteristiche applicative dei vari sistemi grazie alla quale è possibile intuire in quali situazioni essi risultino maggiormente pregiati.

ALCUNE CONSIDERAZIONI

La progettazione dei sistemi descritti non è particolarmente gravosa, ma è estremamente utile per l'utilizzo razionale dell'energia nelle fasi di ricambio dell'aria negli ambienti interni.

La principale differenza rispetto ai sistemi a portata fissa consiste nel prevedere anche sensori e dispositivi di regolazione della portata massima.

E' da osservare che i canali sono comunque dimensionati per garantire la massima portata, ossia quella che si ottiene applicando l'approccio prescrittivo derivante dall'impiego della UNI 10339.

La scelta più opportuna dei vari componenti, ossia ventilatori, sensori e dispositivi per la regolazione della portata può essere fatta con il supporto delle aziende che generalmente consigliano i progettisti che vogliono sperimentare nuove soluzioni. Il costo dei sistemi è leggermente superiore rispetto a quelli tradizionali a portata fissa, ma esso si ripaga in un limitatissimo numero di anni.

La stima dei tempi di pay-back può essere fornita al progettista o al gestore dell'edificio direttamente

dalle aziende, conoscendo il profilo di occupazione dell'edificio.

Come già anticipato, le soluzioni descritte in questo articolo sono alcune tra quelle presenti sul mercato e riguardano esclusivamente il settore della ventilazione meccanica degli ambienti.

Per essere guidati nella scelta delle migliori tecnologie ai fini dell'uso razionale dell'energia e della sostenibilità ambientale può anche essere conveniente il ricorso alla consulenza delle cosiddette E.S.CO., ovvero la Energy Service Company.

Si tratta di società di consulenza che possono anche occuparsi della realizzazione dell'opera, assumendosi l'onere iniziale degli investimenti di impianti e tecnologie che permettono il risparmio energetico stipulando con il cliente un contratto conveniente per entrambe le parti.

Il cliente paga, attraverso il risparmio energetico ed economico ottenuto per un certo numero di anni, la E.S.CO. per il servizio reso e la E.S.CO. riesce a coprire i costi dell'investimento.

Il maggiore beneficio sta nel fatto che il cliente esce a realizzare interventi di risparmio energetico e conseguentemente economico riducendo i rischi e le figure coinvolte nell'operazione.

CONCLUSIONI

Questo articolo ha presentato alcune soluzioni tecnologiche presenti sul mercato riguardanti i sistemi di ventilazione meccanica a portata variabile.

È stato inoltre precisato che si tratta di alcune tra le tante tecnologie che si hanno a disposizione quando si vuole optare per scelte impiantistiche finalizzate all'uso razionale dell'energia.

Le aziende sono solitamente propense a supportare ed a consigliare i progettisti; in aggiunta vi è l'opportunità di ricorrere all'attività delle E.S.CO., socie-

tà che, oltre ad occuparsi dello studio di fattibilità e della progettazione, possono assumere i costi ed i rischi di un investimento finalizzato all'installazione di tecnologie che permettono il risparmio energetico in edilizia.

BIBLIOGRAFIA

Raisa V., Schiavon S., Zecchin R., Teoria e tecnica della ventilazione. Soluzioni per l'edilizia residenziale ed il piccolo terziario. Editoriale Delfino, 2010.

Documentazione tecnica Aldes

UNI 10339:2005, Impianti aerulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.

UNI EN 13779:2008, Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione

UNI EN 15251:2008, Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica.