La ventilazione meccanica controllata ad elevata efficienza

Ing. Felice Lalli

La ventilazione meccanica controllata ad elevata efficienza

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

C) Gestione della ventilazione

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

La salute è la prima cosa!

L'inquinamento dell'aria negli ambienti confinati (inquinamento indoor) rappresenta un problema da non sottovalutare per due ordini di fattori.

In primo luogo per il fatto che la maggioranza della popolazione trascorre fino all'80-90% del tempo in questo tipo di ambienti (secondo lo schema: abitazione, mezzo di trasporto, posto di lavoro, mezzo di trasporto, ritorno all'abitazione).

In secondo luogo in quanto il rischio non è limitato a categorie selezionate per età e stato di salute come nel caso dell'esposizione professionale, ma interessa la quasi totalità della popolazione, che comprende gruppi più suscettibili quali bambini, anziani e persone già affette da patologie croniche (malattie cardiache, respiratorie, asma bronchiale, allergie)

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

«Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" Accordo Stato-Regioni e Provincie autonome del 27 settembre 2001

Stima dell'impatto sanitario degli inquinanti indoor in Italia (Dati EPA – Environmental Protection Agency 1990)

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

«Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" Accordo Stato-Regioni e Provincie autonome del 27 settembre 2001

Valutazione quantitativa dell'impatto sulla salute della popolazione e dei costi diretti (in Lire) per l'assistenza sanitaria attribuibili ogni anno agli inquinanti indoor in Italia

Inquinante	Malattia	Impatto sanitario	Costi diretti
Allergeni (acari, muffe, forfore animali)	Asma bronchiale (bambini/adolescenti)	>160.000 casi prevalenti /anno	>160 miliardi
Radon	Tumore del polmone	1.500- 6.000 decessi/anno	52-210 miliardi
Fumo di tabacco ambientale	Asma bronchiale (bambini/adolescenti)	>30.000 casi prevalenti/anno	>30 miliardi
	Infezioni acute delle vie aeree sup. ed inf.	>50.000 nuovi casi/anno	non valutabile
	Tumore del polmone	>500 decessi /anno	>18 miliardi
	Infarto del miocardio	>900 decessi/anno	>15 miliardi
Benzene	Leucemia	36-190 casi/anno	1-7 miliardi
Monossido di carbonio (CO)	Intossicazione acuta da CO	>200 decessi/anno	1 miliardo

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

«Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" Accordo Stato-Regioni e Provincie autonome del 27 settembre 2001

L'inquinamento «indoor», rispetto a quello «outdoor», si caratterizza per il **particolare coinvolgimento** che in esso hanno gli **occupanti degli edifici**. Questi, infatti, sopportano direttamente le conseguenze negative dell'inquinamento in termini di **benessere e qualità della vita** ed allo stesso tempo, con i loro **comportamenti** possono essere **responsabili dell'inquinamento** stesso. Proprio questo ruolo attivo del cittadino deve essere proficuamente utilizzato per realizzare opportune strategie per la gestione del problema, soprattutto attraverso la **promozione di comportamenti e stili di vita positivi**, improntati alla salute.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

«Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" Accordo Stato-Regioni e Provincie autonome del 27 settembre 2001

Per questi motivi, è necessario sviluppare programmi di prevenzione volti a migliorare i livelli di conoscenza, di comprensione e di percezione da parte della popolazione dei rischi presenti negli ambienti confinati, tradizionalmente considerati «sicuri» (abitazioni, scuola, uffici, ambienti sportivi e ricreativi etc.) e promuovere iniziative per la prevenzione dei rischi attribuibili all'inquinamento dell'aria indoor al fine di garantire alla collettività un elevato livello di protezione sanitaria.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

«Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati" Accordo Stato-Regioni e Provincie autonome del 27 settembre 2001

Progettazione, costruzione e gestione degli edifici

Le azioni devono riguardare le seguenti aree:

- definizione di princìpi e standard che integrino gli strumenti normativi vigenti (Regolamento edilizio, Regolamento d'igiene, Norme tecniche) finalizzandoli allo stato igienico-sanitario degli impianti aeraulici ed al controllo della qualità dell'aria;
- linee-guida dettagliate per la progettazione edilizia e per le soluzioni di ventilazione (portate di aria esterna minime, griglie di ventilazione e misura del numero di ricambi d'aria nelle residenze);
- strumenti di valutazione per la scelta dei materiali (ecolabel);
- regole per la commissione e vendita degli edifici;
- regole per la manutenzione degli edifici; istituzione obbligatoria del libretto di manutenzione;
- regole per la progettazione, gestione, e manutenzione dei sistemi di ventilazione e climatizzazione, volte a garantire la qualità per il consumatore;
- accreditamento e certificazione dei servizi di manutenzione agli edifici;
- accreditamento e certificazione dei consulenti e dei servizi per la qualità dell'aria.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

Decreto Legislativo n. 81/2008 e n. 106/2009

Allegato IV – Requisiti dei luoghi di lavoro

Paragrafo 1.9. Microclima – 1.9.1. Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi

Punto 1.9.1.1. Nei luoghi di lavoro chiusi, è necessario far sì che tenendo conto dei metodi di lavoro e degli sforzi fisici ai quali sono sottoposti i lavoratori, essi dispongano di **aria salubre in quantità sufficiente** ottenuta preferenzialmente con aperture naturali e quando ciò non sia possibile, **con impianti di aerazione**.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

Decreto Legislativo n. 81/2008 e n. 106/2009

Allegato IV – Requisiti dei luoghi di lavoro

Paragrafo 1.9. Microclima – 1.9.1. Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi

Punto 1.9.1.2. Se viene utilizzato un **impianto di aerazione**, esso deve essere **sempre mantenuto funzionante**. Ogni eventuale guasto deve essere segnalato da un sistema di controllo, **quando ciò è necessario per salvaguardare la salute dei lavoratori**.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

Decreto Legislativo n. 81/2008 e n. 106/2009

Allegato IV – Requisiti dei luoghi di lavoro

Paragrafo 1.9. Microclima – 1.9.1. Aerazione dei luoghi di lavoro chiusi

Punto 1.9.1.4. **Gli stessi impianti devono essere periodicamente sottoposti a controlli, manutenzione, pulizia e sanificazione per la tutela della salute dei lavoratori**.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

L'evoluzione nel settore dell'edilizia ha portato, specie nel residenziale, a gradi di isolamento dell'involucro tali da farlo diventare quasi ermetico.

Questo aspetto, aggiunto a quelli precedentemente illustrati, porta ad avere ambienti non salubri, in cui al malessere delle persone si affiancano altri aspetti negativi legati agli edifici (SBS - Sick Building Syndrome), come quello della formazione di muffe. Occorre quindi avere dei sistemi che consentano un continuo ricambio dell'aria negli ambienti.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

UNI/TS 11300-1: ottobre 2014

Prestazioni energetiche degli edifici

Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

VENTILAZIONE

Le caratteristiche delle diverse tipologie del sistemi di ventilazione sono descritte nelle norme UNI 10339 e UNI [N 13779, e nel CEN/TR 14788. Ulteriori definizioni riguardo alla ventilazione ed all'aerazione sono fornite nella UNI EN 12792.

Nella valutazione sul progetto e nella valutazione standard, si distingue tra:

- calcolo della prestazione termica del fabbricato;
- calcolo della prestazione energetica dell'edificio.

Nel primo caso, indipendentemente dalla eventuale presenza di un impianto di ventilazione meccanica, si fa convenzionalmente riferimento alla semplice aerazione naturale in condizioni standard (ventilazione di "riferimento").

Nel secondo caso si considera la ventilazione effettiva e l'eventuale presenza dell'impianto di ventilazione meccanica (ventilazione "effettiva").

Nel caso in cui non vi sia alcun impianto di ventilazione, la ventilazione "effettiva" coincide con la ventilazione di "riferimento".

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

UNI/TS 11300-1: ottobre 2014 Prestazioni energetiche degli edifici

Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

VENTILAZIONE prospetto 8 **Quadro di riferimento per il calcolo delle portate di ventilazione**

Tipo di ventilazione		Caratteristiche dell'impianto di ventilazione		Utenza		
				Standard		Reale
				Ventilazione di riferimento[a]	Ventilazione effettiva[b]	
Climatizzazione invernale + Ventilazione naturale		Nessun impianto		Punto 12.2	Punto 12.3.1	Punto 12.5
Ventilazione meccanica	Ventilazione meccanica o ibrida[c]	Estrazione centralizzata a singolo condotto			Punto 12.3.2 (ventilazione meccanica) Punto 12.3.3 (ventilazione ibrida)	
		Immissione centralizzata a singolo condotto				
		Immissione ed estrazione bilanciata a doppio condotto				
	Ventilazione meccanica attraverso l'impianto di climatizzazione[d]	Aria primaria in impianto di climatizzazione misto "aria/acqua"	Sola immissione			
			Immissione ed estrazione		Punto 12.3.4	
		Ventilazione attraverso l'impianto di climatizzazione a "tutta aria"				

a) Condizione per il calcolo della prestazione termica del fabbricato (si considera la sola ventilazione naturale).
b) Condizione per il calcolo della prestazione energetica dell'edificio (si considera l'eventuale presenza dell'impianto di ventilazione meccanica).
c) Ventilazione meccanica indipendente.
d) Nella ventilazione meccanica mediante l'impianto di climatizzazione con impianto misto "aria/acqua" il circuito aria primaria è considerato parte dell'impianto di climatizzazione e l'energia per il preriscaldamento dell'aria è fornita dall'unico sottosistema di generazione.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

UNI/TS 11300-1: ottobre 2014 Prestazioni energetiche degli edifici

Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale - VENTILAZIONE

prospetto 11 **Fattore di efficienza della regolazione dell'impianto di ventilazione meccanica, FC_{ve}, per destinazione d'uso in funzione della tipologia di sistema di rilevamento e di attuazione del controllo della portata d'aria di ventilazione**

Destinazione d'uso dell'edificio	Tipo di sensore							
	Presenza[a]			Movimento[a]		CO_2[b]		Umidità relativa
	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	
E.1 - Residenze	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60
E.1 (3) - Camere d'albergo	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60
E.2 - Uffici singoli	0,68	0,64	0,64	0,67	0,70	0,57	0,61	-
E.2 - Open space	0,80	0,80	0,80	0,53	0,59	0,45	0,50	-
E.2 - Sala riunioni	0,55	0,55	0,60	0,34	0,43	0,29	0,37	-
E.3	-	-	-	-	-	-	-	-
E.4 - Ristorazione	0,8	0,8	0,8	0,58	0,63	0,49	0,53	-
E.4 - Cinema, teatri, sale per congressi	-	-	-	-	-	0,33	0,40	-
E.5	-	-	-	-	-	0,33	0,40	-
E.6	-	-	-	-	-	-	-	-
E.7 - Edificio scolastico primario	0,64	0,64	0,68	0,67	0,70	0,57	0,61	-
E7. - Edificio scolastico secondario	0,8	0,8	0,8	0,48	0,54	0,41	0,47	-
E.8	-	-	-	-	-	-	-	-

a) I tipi di sensore "Presenza" e "Movimento" corrispondono alla funzione 2 "*Presence control*" riportata al punto 4.1 del prospetto 2 della UNI EN 15232:2012.
b) Il tipo di sensore CO_2, corrisponde alla funzione 3 "*Demand control*" riportata al punto 4.1 del prospetto 2 della UNI EN 15232:2012.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

UNI/TS 11300-1: ottobre 2014
VENTILAZIONE

Valutazione adattata all'utenza

Per calcoli aventi scopi differenti da quello di progetto o standard è possibile fare riferimento alle indicazioni riportate ai punti 12.3 e 12.4, ma è anche possibile effettuare una determinazione più accurata della portata di ventilazione, tenendo conto anche dei requisiti relativi alla qualità dell'aria interna.

Nel caso di aerazione e di ventilazione naturale non è possibile determinare con certezza le portate di rinnovo. Il tasso di ricambio d'aria di un edificio dipende dalle condizioni climatiche al contorno (velocità e direzione del vento e differenza di temperatura tra esterno ed interno), dalla permeabilità dell'involucro e dal comportamento dell'utenza. I valori reali di ricambio d'aria reali possono quindi essere notevolmente diversi da quelli indicati per la valutazione sul progetto o standard.

Ai fini della determinazione della portata di ventilazione richiesta per soddisfare l'esigenza di qualità dell'aria interna si fa riferimento alle UNI EN 13779 e UNI EN 15251.

Ai fini di un calcolo dettagliato della portata di ventilazione Si fa riferimento alla UNI EN 15242.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

UNI/TS 11300-1: ottobre 2014

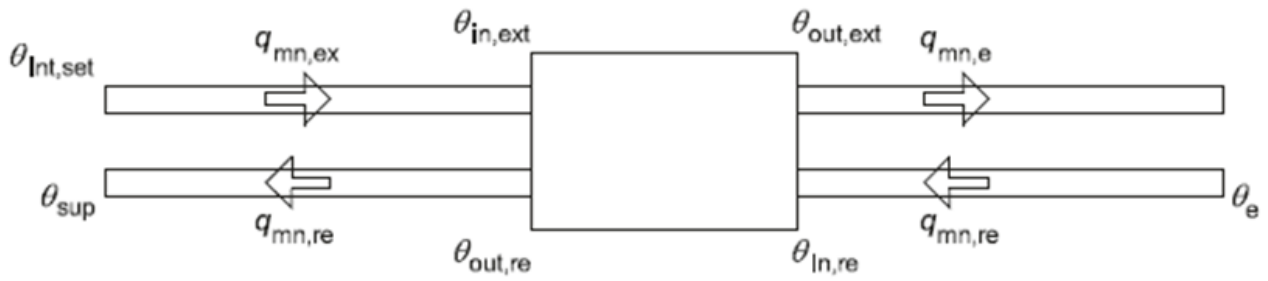
APPENDICE F

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI RECUPERO TERMICO DI VENTILAZIONE

L'efficienza del sistema di recupero e diversa da quella nominale del recuperatore in quanto tiene conto e delle perdite del sistema di distribuzione e dell'efficienza effettiva del recuperatore in funzione delle portate d'aria medie giornaliere circolanti nei due rami.

In figura F.1 e riportato Io schema di un sistema di recupero termico di ventilazione, con l'indicazione delle portate e delle temperature dei fluidi.

figura F.1 **Schema di un sistema di recupero termico di ventilazione**



A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

UNI/TS 11300-1: ottobre 2014

L'efficienza termica di un recuperatore, $\eta_{hru,eff}$ dipende dalla portata d'aria circolante. La UNI EN 308 prevede che siano misurati i rendimenti termici per le sette condizioni di funzionamento riportate nel prospetto F.1.

prospetto F.1 **Coppie delle portate massiche per le quali viene definito il rendimento termico**

Lato	Valore relativo della portata rispetto al valore nominale						
	Portate bilanciate			Portate sbilanciate			
Immissione	$\rho_a \times q_n$	0,67 $\rho_a \times q_n$	1,5 $\rho_a \times q_n$	0,67 $\rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$	1,5 $\rho_a \times q_n$
Espulsione	$\rho_a \times q_n$	0,67 $\rho_a \times q_n$	1,5 $\rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$	0,67 $\rho_a \times q_n$	1,5 $\rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$

dove $p_a \times q_n$ è la portata in massa nominale del recuperatore in kg/s.

Se la portata d'aria circolante nel recuperatore non corrisponde alla portata d'aria nominale dello stesso, occorre calcolare l'efficienza termica effettiva interpolando linearmente tra ii suo valore alla portata nominale e quello che si ha per una portata o subito maggiore o subito minore.

In assenza di altri valori di efficienza termica del recuperatore per portate diverse da quella nominale e quando la portata circolante e diversa da quella nominale, si assume come rendimento termico effettivo quello alla portata nominale ridotto di dieci punti percentuali.

In caso di recuperatore termodinamico $\eta_{hru,eff}$ ricavata dalla UNI/TS 11300-2, punto C.4.1.

Per il calcolo delle differenze di temperatura tra ingresso e uscita del condotti si impiegano le relazioni riportate nella UNI/TS 11300-2 nell'appendice A al punto A.4.2.3.

Al fini dell'applicazione al caso di verifica in condizioni di progetto e standard e solo per applicazione di sistemi di ventilazione a doppio condotto con recuperatore a singole unità immobiliari, le differenze di temperatura Ira recuperatore e i punti di immissione, estrazione e aspirazione possono essere considerate trascurabili e poste uguali a zero.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

UNI/TS 11300-2: ottobre 2014 - Prestazioni energetiche degli edifici

Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e del rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali

C.4 Classificazione impianti aeraulici e indicazioni per ii calcolo del fabbisogni

C.4.1 Classificazione degli Impianti aeraulici

Gli impianti aeraulici, a seconda delle funzioni asservite, sono classificabili in:

- impianti di sola ventilazione meccanica, ovvero impianti che sono stati progettati per fornire il ricambio d'aria negli ambienti ai fini di garantirne condizioni di salubrità. Nella generalità dei casi in tali impianti non vi sono trattamenti dell'aria (ad esclusione di un eventuale recupero di calore dell'aria espulsa);
- impianti di climatizzazione invernale ad aria, ovvero impianti progettati sia per garantire le funzioni di ricambio d'aria negli ambienti sia contribuire (impianti misti) o soddisfare totalmente (impianti a tutt'aria) l'esigenza di riscaldamento attraverso l'immissione di aria calda.

Nota: In presenza di sistemi di pre-riscaldamento dell'aria o tramite batterie o tramite recuperatore di calore, qualora il preriscaldamento dell'aria non avvenisse in maniera naturale o attraverso recuperatori di calore, è necessario il calcolo del fabbisogno di energia termica delle batterie, attribuito al servizio di climatizzazione invernale. Nel caso in cui siano installati recuperatori termodinamici, i quali, oltre a sfruttare il calore dell'aria espulsa, forniscono un contributo di energia termica aggiuntiva per la presenza di generatori ausiliari, Si procede come segue:

1. si definisce la potenza recuperabile dal recuperatore sulla base della temperatura esterna;
2. si definisce la potenza accettabile dall'impianto in base alla temperatura limite;
3. si calcola la potenza effettivamente erogata come la minima delle due;
4. si calcola l'energia recuperata totale mensile;
5. si procede con il calcolo del fabbisogno energetico effettivo per la climatizzazione invernale tenendo in considerazione l'energia recuperata totale mensile;
6. si calcola il consumo elettrico considerandolo come energia elettrica ausiliaria per riscaldamento.

Gli impianti aeraulici, a seconda delle configurazione della rete, sono classificabili in:

- impianti a semplice flusso, a loro volta suddivisibili in impianti di sola immissione o di sola estrazione, nei quali la sola immissione o la sola estrazione avviene in maniera forzata, ed i locali sono mantenuti quindi in sovrappressione o depressione;
- impianti a doppio flusso, ovvero impianti in cui vi è sia immissione sia estrazione forzata dell'aria.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

DECRETO del Ministero dello Sviluppo Economico

di concerto con Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti per i profili di competenza il Ministro della Salute e Ministro della Difesa

«**Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni dei requisiti minimi degli edifici**» (art. 4, c.1, del D.Lgs. 192/2005) Approvato nella conferenza unificata (Conferenza Stato-Regioni e Stato-Città ed autonomie locali) del 25/03/2015

Entrata in vigore: 1° luglio 2015

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

D.M. 25/3/2015

Prevede l'introduzione di nuove metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici nonché standard energetici minimi per la realizzazione di nuovi edifici e per la ristrutturazione di quelli esistenti che porti progressivamente all'incremento degli edifici a energia quasi zero, in linea con quanto previsto dalla Direttiva 2010/31/UE, anche nota come «EPBD RECAST», aggiornamento della Direttiva 2002/91/CE, detta «EPBD» (Energy Performance of Buildings Directive)

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

D.M. 25/3/2015

Sono previste due fasi di miglioramento dei requisiti minimi:

La prima fase introdurrà requisiti più stringenti di quelli attualmente vigenti a decorrere dal 1° luglio 2015; si stima un miglioramento medio dell'indice di prestazione energetica del 45% nelle zone climatiche più calde e del 35% in quelle più fredde

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

D.M. 25/3/2015

Sono previste due fasi di miglioramento dei requisiti minimi:

La seconda fase , che avrà inizio il 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici ed il 1° gennaio 2021 per gli altri edifici, comporterà un ulteriore miglioramento dei requisiti minimi tale da rendere a energia quasi zero tutti gli edifici nuovi o soggetti a ristrutturazione importante, con un miglioramento dell'indice medio di prestazione energetica del 55% sia nelle zone climatiche più calde che in quelle più fredde.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

D.M. 25/3/2015

Quindi i nuovi «**edifici a energia quasi zero**» **arriveranno a consumare meno della metà di quelli attuali**, rimanendo sostenibili in termini di costi di intervento e coprendo una buona parte dei fabbisogni per mezzo dell'utilizzo delle fonti rinnovabili.

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

D.M. 25/3/2015

In caso di nuova installazione, sostituzione o riqualificazione di impianti di ventilazione, i nuovi apparecchi devono rispettare i requisiti minimi definiti dai Regolamenti Comunitari nonché:

Fabbisogno di energia elettrica specifico per m^3 di aria movimentata

Categoria-edificio	E_{ve} (Wh/m^3)
Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1	0,25
Tutti gli altri edifici	0,40

A) Importanza/cogenza/necessità della ventilazione

D.M. 25/3/2015

In caso di nuova installazione, sostituzione o riqualificazione di impianti di ventilazione, i nuovi apparecchi devono rispettare i requisiti minimi definiti dai Regolamenti Comunitari nonché:

Requisiti e condizioni di prova per pompe di calore elettriche

	Tipo Pompa di calore	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP/ EER
Riscaldamento	Aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,5
Raffrescamento	Aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entrata: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	3,0

B) Necessita una Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) ad Alta Efficienza come standard per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni qualificate

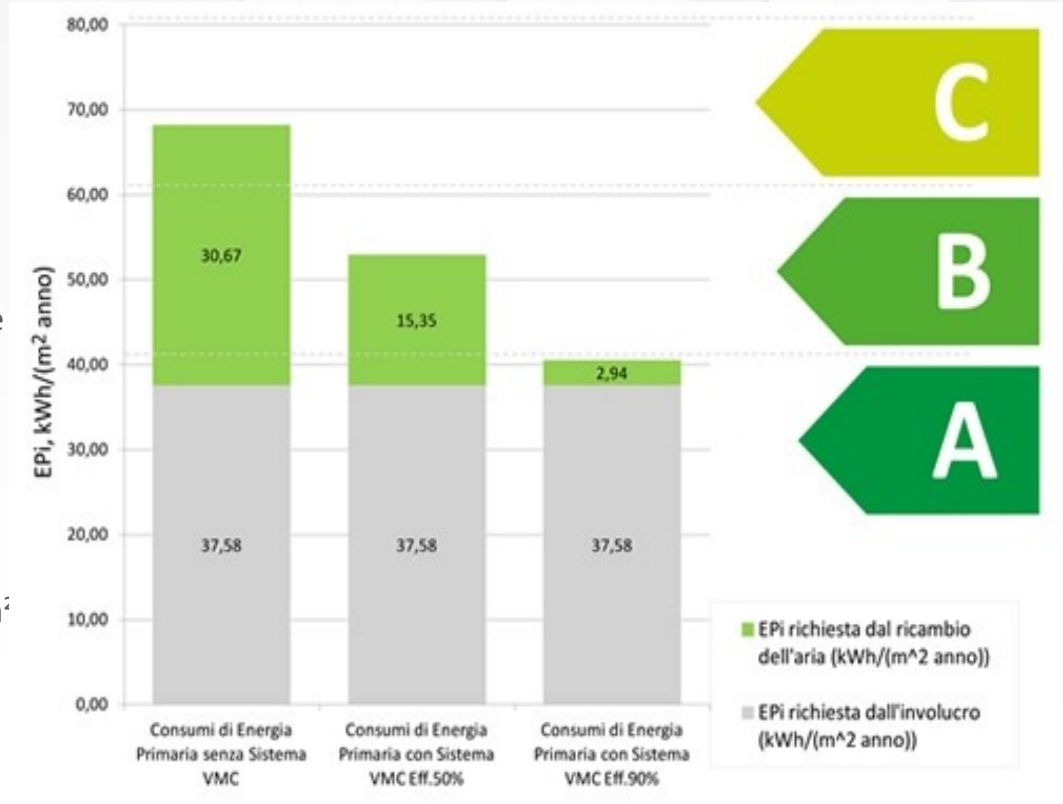
Gli edifici sono responsabili del 40% del consumo globale di energia dell'U.E.

La gestione del fabbisogno energetico ed il maggior utilizzo da fonti rinnovabili consentono a l'U.E. di influenzare il mercato mondiale dell'energia e quindi la sicurezza dell'approvvigionamento energetico nel medio e lungo termine

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

Nell'esempio indicativo a fianco (riferito ad un impiego in un edificio residenziale di fascia climatica E con temperatura aria esterna minima di progetto -5 °C) è evidente che il consumo di energia primaria, dovuto all'aerazione tramite semplice apertura delle finestre, è circa doppio rispetto alla stessa abitazione con sistema di ventilazione meccanica controllata tradizionale e circa 10 volte superiore a un sistema di ventilazione meccanica con recuperatore ad alta efficienza.

Considerato che la soglia minima di EPi che consente a questo edificio, preso a titolo esemplificativo, di raggiungere la Classe A per la climatizzazione invernale è di circa 41,12 kWh/m² annuo, si comprende facilmente che non solo è necessario utilizzare un sistema VMC con recupero calore, ma anche che questo sistema dovrà essere necessariamente ad alta efficienza.



NOTE: Il caso preso in esame ha valenza puramente indicativa ed è riferito ad una abitazione di recente costruzione, sita in zona climatica E, 2468 GG, superficie utile 150 m², volume lordo 450 m³, rapporto S/V=0,7. Trasmittanza pareti 0,255 W/(m²K), trasmittanza finestre 1,513 W/(m²K), trasmittanza pavimento 0,185 W/(m²K), trasmittanza solaio 0,310 W/(m²K), secondo le seguenti normative:
- UNI EN 15251 per il calcolo del tasso di rinnovo dell'aria negli edifici ad uso residenziale (nel caso specifico 0,5 vol/h)
- DPR59/2009 per il calcolo della classe di efficienza energetica

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

Per questo le efficienze di recupero devono essere elevate. In tal modo l'aria di rinnovo viene immessa ad una temperatura prossima a quella dell'ambiente interessato.

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

Pertanto si devono ottimizzare i recuperi, le loro integrazioni ma anche i componenti filtranti e la gestione complessiva.

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

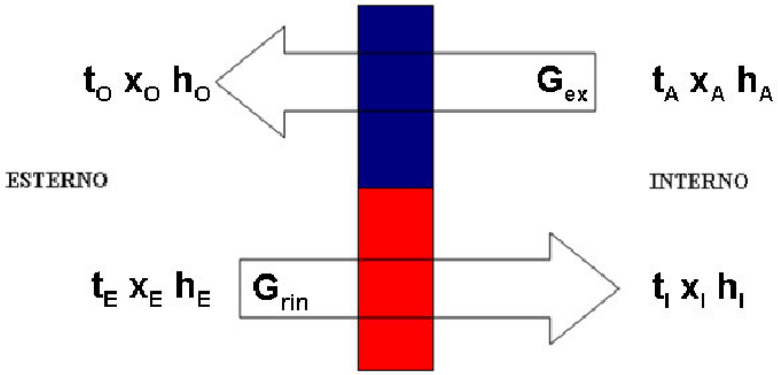
Partiamo dal RECUPERATORE

Tabella IV – Classificazione dei sistemi di recupero del calore per gli impianti di climatizzazione

	Scambio termico sensibile	Scambio termico latente
Scambiatori di tipo recuperativo	A fascio tubiero	
	Batterie alettate	
	A piastre	
	A piastre a flussi incrociati	A piastre a recupero totale
	A tubi di calore	
	Batterie accoppiate	
Scambiatori di tipo rigenerativo	Rigenerativi rotativi	Ruote entalpiche
		Torri entalpiche accoppiate
Sistemi altern. di deumidificazione dell'aria	Deumidificatori chimici	
Altri sistemi di recupero	Recupero dinamico tramite pompe di calore (a compressione meccanica o ad assorbimento)	
	Recupero dal sottoraffreddamento nelle pompe di calore	

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

La misura dell'efficienza secondo il metodo della norma UNI EN 308



La norma **UNI EN 308** definisce di fatto come **efficienza del recuperatore** il rapporto:

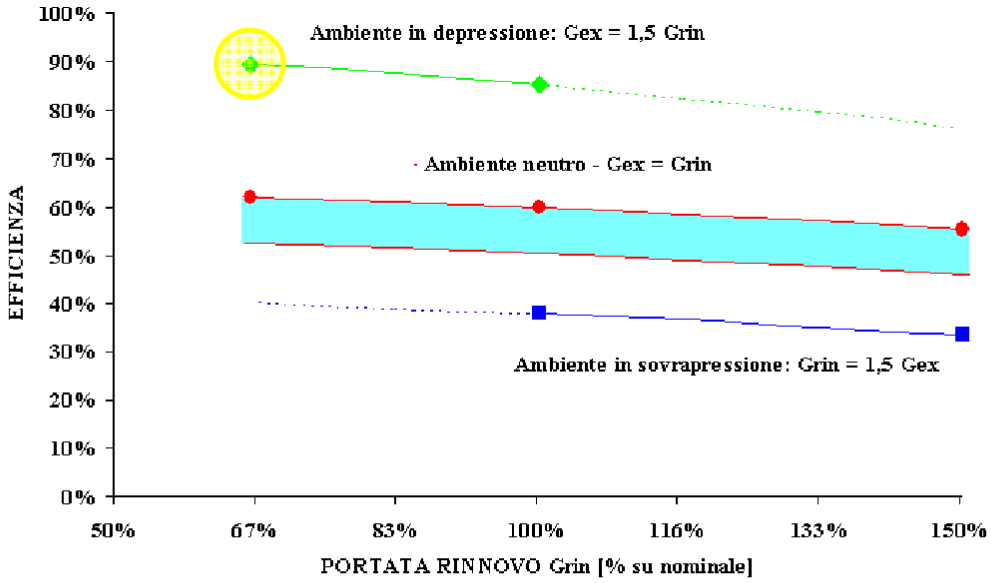
$$\varepsilon = \frac{q_R}{q_{rin}} = \frac{\text{potenza recuperata}}{\text{potenza di trattamento dell'aria rinnovo}}$$

Le potenze sensibile e latente vanno considerate separatamente, in moda da determinare le corrispondenti efficienze.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

La misura dell'efficienza secondo il metodo della norma UNI EN 308

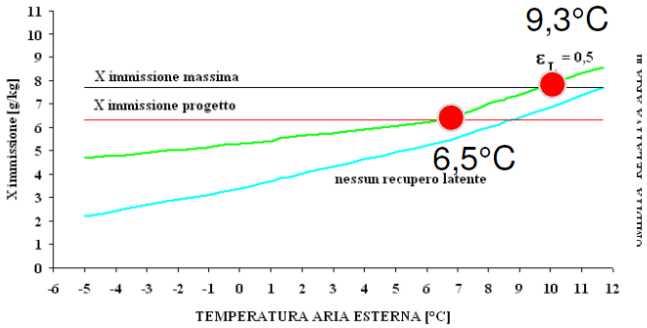


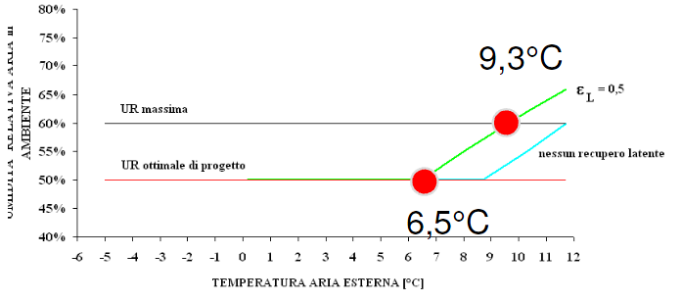
Molto spesso, la semplice dichiarazione "efficienza superiore al 90% secondo la UNI EN 308" rilasciata da alcuni costruttori si basa su un equivoco: viene fornito il valore del punto evidenziato in giallo, in forte depressione, quando invece la maggior parte degli impianti lavora in condizioni di leggera sovrapressione (area azzurra).

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

La misura dell'efficienza secondo il metodo della norma UNI EN 308





Ciò accade perché scatta un processo a catena: il valore dell'umidità specifica dell'aria in ambiente, che fino a una temperatura di 6,5 °C è mantenuto costante e pari a 6,3 g/kg dall'umidificatore, aumenta a causa dell'effetto del recuperatore.

Il processo a catena è il seguente:

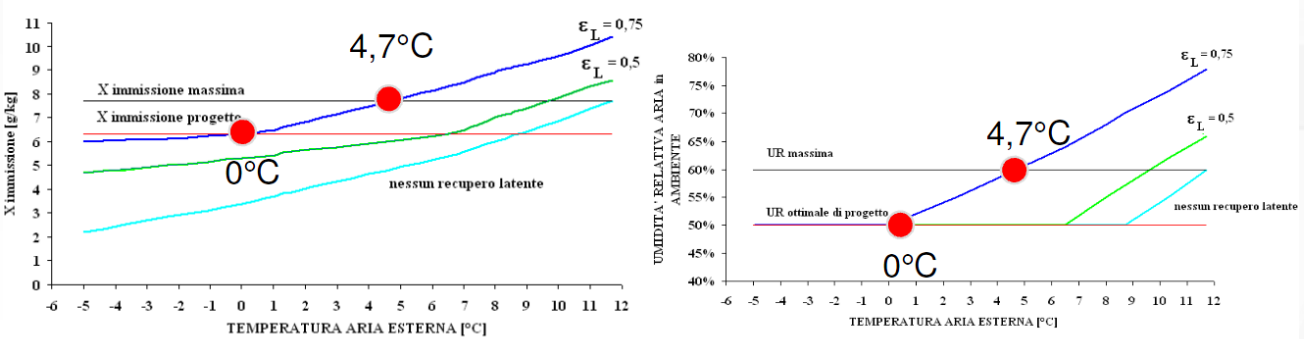
- l'umidità specifica recuperata fa aumentare la x dell'aria in ambiente;
- pertanto aumenta la differenza tra la x in ambiente e la x dell'aria di rinnovo;
- questo aumento fa aumentare anche la quantità di umidità specifica recuperata;
- di conseguenza la x dell'aria in ambiente aumenta ulteriormente.

Il processo si interrompe quando si raggiunge l'equilibrio.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

I limiti del concetto di efficienza dei recuperatori



L'utilizzo di un recuperatore di calore entalpico con un'efficienza latente superiore, pari a $\varepsilon_L = 0,75$, mette ancora più in evidenza il problema dell'innalzamento veloce dell'umidità relativa in ambiente.

E' chiaro che, al di sopra del valore massimo di umidità relativa stabilito, il recuperatore di calore **deve essere assolutamente modulato o addirittura escluso**, perché diventa dannoso, in quanto il valore di UR in ambiente non sarebbe più controllabile.

La potenza recuperata si può considerare eccessiva anche quando il recuperatore porta l'umidità relativa dal valore ottimale al valore massimo.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

I limiti del concetto di efficienza dei recuperatori

Il tema può essere esteso anche al recupero di calore sensibile.

In questo caso, riferirsi alle condizioni dell'aria ambiente è corretto quando l'impianto lavora:

in riscaldamento e la temperatura dell'aria di rinnovo è inferiore alla temperatura dell'aria espulsa

in raffrescamento e la temperatura dell'aria di rinnovo è superiore a quella dell'aria espulsa.

mentre è sbagliato quando l'impianto lavora in raffrescamento, ma la temperatura dell'aria esterna è inferiore a quella ambiente. Quest'ultimo è il caso tipico degli impianti che lavorano in periodi dell'anno in cui si può sfruttare il Free-Cooling:

l'edificio va raffreddato anche se la temperatura dell'aria esterna è più bassa di quella che si vuole mantenere all'interno dell'ambiente.

L'aumento degli isolamenti termici degli edifici sta moltiplicando tali casi, soprattutto nel settore terziario. L'argomento è approfondito nel capito 7.

Un eccesso di recupero di calore può essere inutile o addirittura nocivo, esattamente come si è visto per il recupero del calore latente.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

I limiti del concetto di efficienza dei recuperatori

Nel caso del calore sensibile non è facile effettuare esempi esaustivi, perché l'influenza della temperatura dell'aria di rinnovo sul carico sensibile dipende molto sia dalla tipologia dell'impianto (aria primaria, tutta aria esterna, tutta aria con ricircolo, ecc.), sia dalla configurazione dell'edificio e dei carichi endogeni.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

L'efficienza utile dei recuperatori di calore

Da quanto detto nel paragrafo precedente, risulta evidente che non tutto il calore recuperabile è **UTILE**.

Infatti, un eccesso di recupero di calore, sia sensibile che latente, potrebbe far perdere il controllo della temperatura e/o dell'umidità relativa all'interno dell'ambiente climatizzato.

Si può definire utile solamente la quota parte di potenza recuperata che porta a non eccedere le condizioni per mantenere l'ambiente ai valori di temperatura e umidità relativa desiderati.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

Il COP dei recuperatori di calore

Da questo punto di vista un recuperatore di calore è assimilabile a un generatore: fornisce una certa potenza termica, uguale a quella recuperata, a fronte di una potenza assorbita dai ventilatori per far transitare l'aria al suo interno. Va quindi trattato come un qualunque altro generatore. In particolare, poiché i ventilatori consumano energia elettrica, un recuperatore di calore può essere caratterizzato da un **COPR** (Coefficent Of Performance), analogamente a quanto si fa con una pompa di calore:

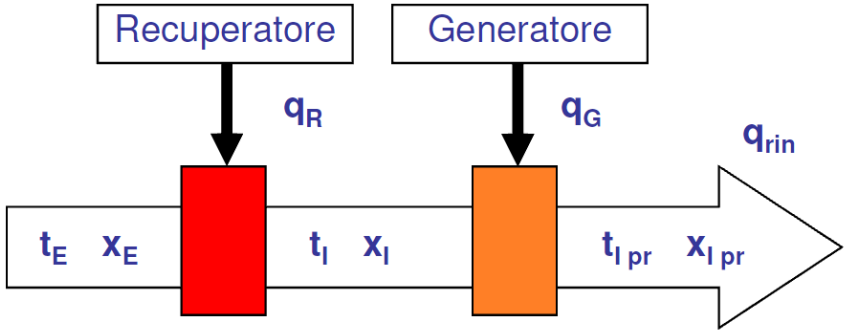
$$COP_R = \frac{q_R}{q_V} = \frac{\text{potenza recuperata}}{\text{maggiore potenza di ventilazione}}$$

Rispetto all'efficienza energetica, il **COP_R** è un indice molto più rappresentativo delle prestazioni energetiche del recuperatore di calore.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

Il confronto prestazionale tra recuperatore e generatore



Per capire se il recupero di calore sia energeticamente conveniente o meno, bisogna confrontare le sue prestazioni con quelle di un generatore.

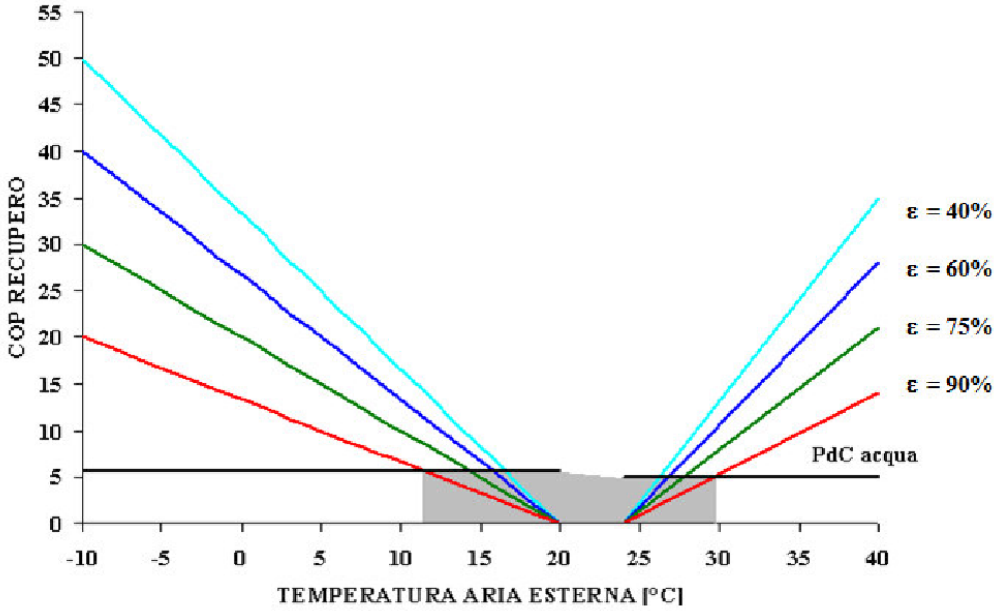
Il flusso di aria di rinnovo richiede una potenza totale q_{rin}: una parte di questa potenza è quella recuperata, cioè quella fornita dal recuperatore, q_R; la restante parte, che deve essere fornita dal generatore, è quindi pari a:

$$q_G = q_{rin} - q_R$$

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

B) Tecnica ed efficientamento della ventilazione

Il confronto prestazionale tra recuperatore e generatore



Questa figura presenta il confronto tra recuperatori di calore a diversa efficienza e una pompa di calore geotermica con COP_G = 5,5 in riscaldamento e COP_G = 5 in raffreddamento. All'interno dell'area grigia non è conveniente usare il recuperatore, perché $COP_R < COP_G$.

Tratto da : «**IL RECUPERO ENERGETICO SULL'ARIA ESPULSA**» dell'Ing. Michele Vio

SIVeMeC

SIVeMeC è un sistema di ventilazione meccanica integrato con un circuito frigorifero in pompa di calore realizzato presso il Centro di Ricerca e Sviluppo Califel caratterizzato da:

- ELEVATO CONTENUTO TECNOLOGICO DEI COMPONENTI CHE COSTITUISCONO IL SISTEMA;
- MODULARITÀ DEGLI ASSETTI DI FUNZIONAMENTO;
- ADATTABILITÀ DI FUNZIONAMENTO AL VARIARE DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO;
- PROGRAMMABILITÀ DELLE LOGICHE DI FUNZIONAMENTO DELL'UNITÀ PER APPLICAZIONI SPECIALI

RECUPERO STATICO + TERMODINAMICO

Il recuperatore statico con integrazione del circuito a pompa di calore consente un recupero in serie: il primo, di tipo statico, mediante uno scambiatore a flussi incrociati, il secondo, di tipo attivo, realizzato mediante un ciclo frigorifero reversibile.

Anche in questo caso bisogna fare molta attenzione all'effetto utile desiderato. Se consideriamo l'energia primaria specifica necessaria per trattare l'aria di rinnovo:

$$\left|\left\{\quad\left[\quad\left(\quad\right)\right]\right\}\right|$$

si nota che questa diminuisce all'aumentare del della pompa di calore e dell'efficienza dello scambiatore statico.

SIVeMeC – CRITERI DI PROGETTAZIONE

La progettazione del prototipo SIVeMeC è fondata sui concetti fin'ora illustrati:

- ***prediligere il recupero statico alle basse temperature in modo da avere un adeguato quando il è penalizzato;***
- ***intervenire a valle del recupero statico con una pompa di calore con elevato ;***
- ***modulare il carico fornito dalla pompa di calore finché l'impiego di questa risulti essere più vantaggiosa dei sistemi impiantistici a valle;***
- ***modulare il carico fornito dalla pompa di calore, finché l'impiego di questa risulti essere più vantaggiosa dei sistemi impiantistici a valle by-passando lo scambiatore statico;***
- ***poter sfruttare il freecooling – freeheating.***

SIVeMeC - COMPONENTI

SIVeMeC (Sistema Integrato per la Ventilazione Meccanica Controllata) è il prototipo realizzato presso il Centro di Ricerca e Sviluppo Califel.

È un recuperatore di calore statico con l'integrazione di un circuito frigorifero a pompa di calore a bordo. La macchina è dotata di:

- uno scambiatore di calore controcorrente ad alta efficienza, così da garantire il massimo recupero statico possibile;
- ventilatori elettronici ad alta efficienza in grado di modulare la velocità;
- un compressore rotary BLDC per la modulazione del carico termico;
- un inverter per pilotare il compressore BLDC;
- una valvola di espansione elettronica per la gestione del surriscaldamento;
- un controllo programmabile per la gestione delle logiche di funzionamento.

SIVeMeC – ASSETTI DI FUNZIONAMENTO

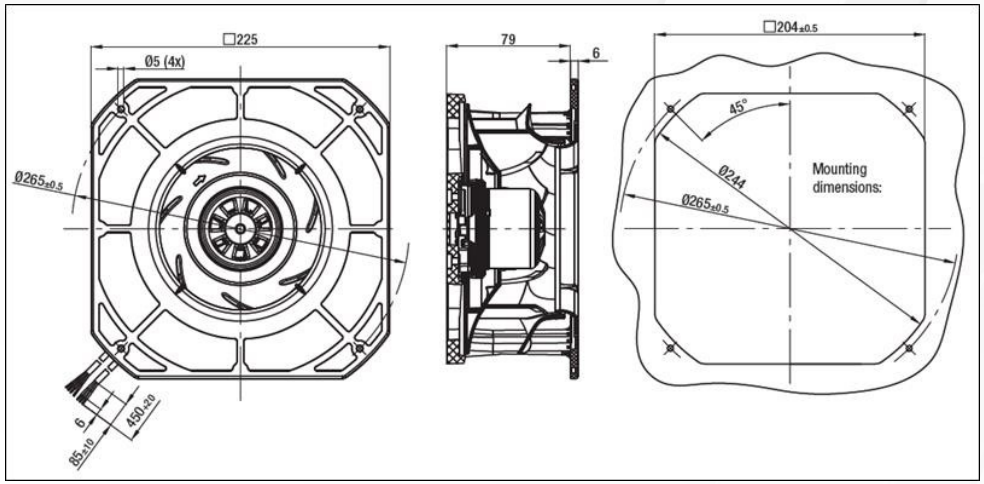
Il sistema è stato pensato in modo tale da poter funzionare secondo assetti differenti:

- **Recupero statico;**
- **Recupero statico + termodinamico;**
- **Recupero termodinamico;**
- **Freecooling / Freeheating.**

Questa modularità è consentita grazie alla costruzione di opportune divisioni interne e alla presenza di due canali di by-pass:

✓ serrande di by-pass chiuse e PdC off	Recupero statico;
✓ serrande di by-pass chiuse e PdC on	Recupero statico + termodinamico;
✓ serrande di by-pass aperte e PdC on	Recupero termodinamico;
✓ serrande di by-pass aperte e PdC off	Freecooling / Freeheating

COMPONENTI SIVeMeC – VENTILATORI ELETTRONICI



Ventilatori elettronici ad alta efficienza

La gestione della portata d'aria di rinnovo è affidata a ventilatori elettronici ad alta efficienza. In aggiunta alla regolazione della portata necessaria a garantire la qualità dell'aria all'interno degli ambienti confinati, i ventilatori sono di fondamentale importanza per la regolazione del carico termico da fornire. Infatti, la possibilità di poter modulare la velocità consente, a parità di tutte le condizioni al contorno, di smaltire più o meno potenza termica sulle batterie ad espansione diretta.

COMPONENTI SIVeMeC – VENTILATORI ELETTRONICI

L'efficienza del recupero statico ai sensi della UNI EN 308:1998 varia a seconda delle portate di rinnovo e di espulsione e, di conseguenza, anche il valore di subisce le medesime variazioni. In particolare si ha che:

, e diminuiscono;

e aumentano;

con e portata di rinnovo ed espulsione rispettivamente.

COMPONENTI SIVeMeC – CIRCUITO FRIGORIFERO IN POMPA DI CALORE

Inverter

Il compressore rotativo è pilotato da un inverter collegato in rete seriale con il controllo programmabile. Le caratteristiche principali sono:

- funzionamento a temperature ambiente da -20 a 60°C;
- curva di accelerazione programmabile per adattarsi alle caratteristiche richieste all'avvio del compressore;
- elevata frequenza di commutazione per limitare la rumorosità del motore;
- funzioni di protezione del drive del motore (sovratemperatura e limitazione della corrente erogata) e del sistema (ingresso Safe Torque Off, perdita di comunicazione).

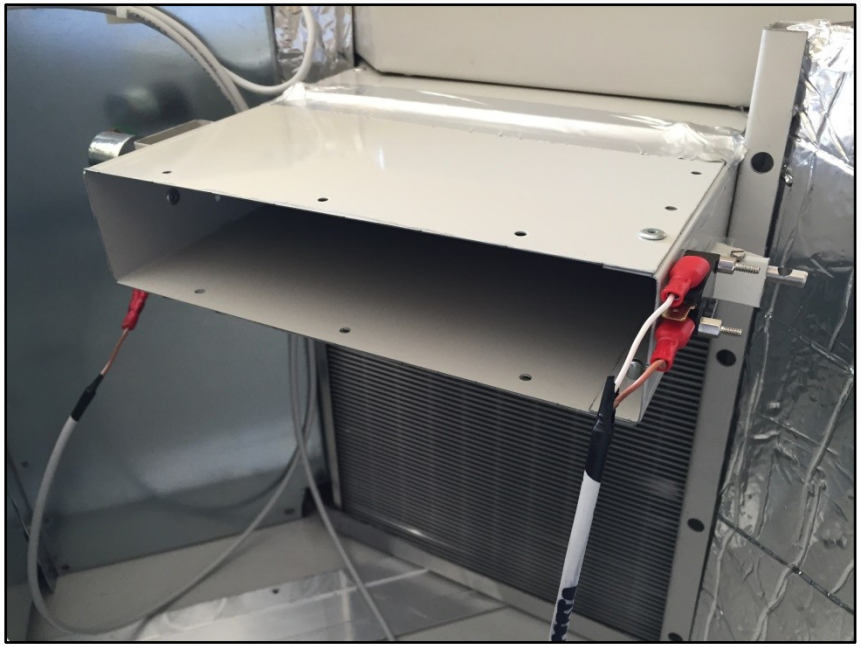
COMPONENTI SIVeMeC – CIRCUITO FRIGORIFERO IN POMPA DI CALORE

Valvola di espansione elettronica

L'ottimizzazione del circuito frigorifero in pompa di calore è effettuata con una valvola di espansione elettronica. Le principali caratteristiche della valvola scelta sono:

- statore esterno sostituibile senza rimuovere la valvola;
- assenza di ingranaggi;
- tenuta a valvola chiusa;
- capacità di regolazione con flusso in entrambe le direzioni;
- variazione con legge equipercentuale della portata di refrigerante: elevata precisione nella regolazione alle basse portate.

COMPONENTI SIVeMeC – CANALI CON SERRANDE DI BY-PASS



Serrande di by-pass

Le serrande di by-pass installate sulle bocche di aspirazione e ripresa dei canali, al di sopra dello scambiatore statico, consentono di operare nelle modalità di:

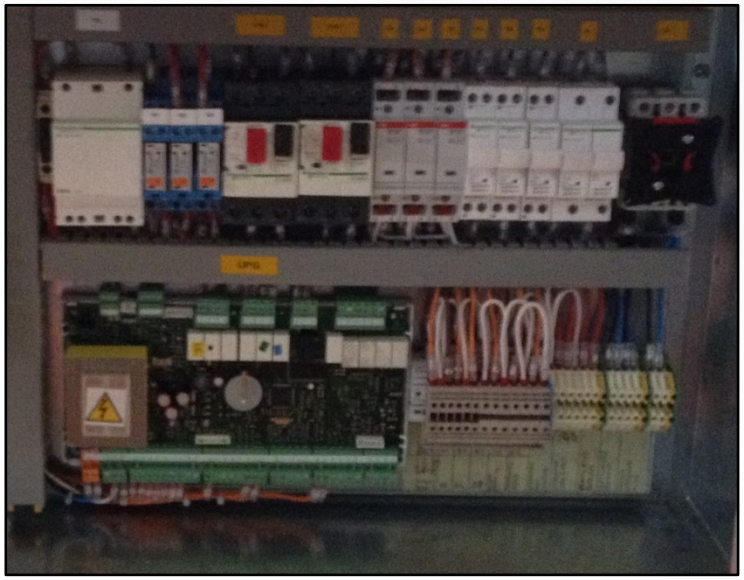
- **recupero termodinamico;**
- **freecooling / freeheating;**

quando sono aperte, e:

- **recupero statico;**
- **recupero statico +termodinamico;**

quando sono chiuse.

COMPONENTI SIVeMeC – CONTROLLO PROGRAMMABILE



Controllo programmabile

Il controllo è in grado di gestire attraverso ingressi digitali, uscite digitali a relè, ingressi ed uscite analogiche:

- lo scambiatore di calore aria-aria;
- i ventilatori elettronici (controllo delle portate di rinnovo ed espulsine);
- le serrande di by-pass;
- il compressore BLDC con inverter;
- la valvola di espansione elettronica;

L'applicativo installato sul controllore è completamente programmabile.
Inoltre è possibile il collegamento a sistemi BMS così da poter consentire l'inserimento della macchina all'interno di un sistema di supervisione di impianti HVAC.

COMPONENTI SIVeMeC – CONTROLLO PROGRAMMABILE

Controllo programmabile – Terminale grafico

Tutte le variabili necessarie all'impostazione delle modalità di funzionamento sono editabili attraverso un terminale grafico a 6 tasti 132x64 pixel retro illuminato.

COMPONENTI SIVeMeC – CONTROLLO PROGRAMMABILE

Controllo programmabile – applicativo software

Le logiche che gestiscono i differenti assetti di funzionamento di SIVeMeC sono dettate da un applicativo software installato sul controllo programmabile.

In funzione della sonda attiva di riferimento, SIVeMeC ottimizza il proprio modo di operare per gestire la richiesta inviatale dal campo:

- ✓ **qualità dell'aria con sonda VOC o CO2;**
- ✓ **aria primaria + regolazione temperatura ambiente con sonda di Temperatura sulla ripresa;**
- ✓ **aria primaria con sonda di Temperatura sulla mandata;**
- ✓ **umidità relativa con sonda di Umidità Relativa sulla ripresa.**

La possibilità di riprogrammare l'applicativo software, completamente o solo in parte, consente una customizzazione del prodotto per applicazioni speciali.

COMPONENTI SIVeMeC – FILTRAZIONE ARIA

Rapporto tempo trascorso:

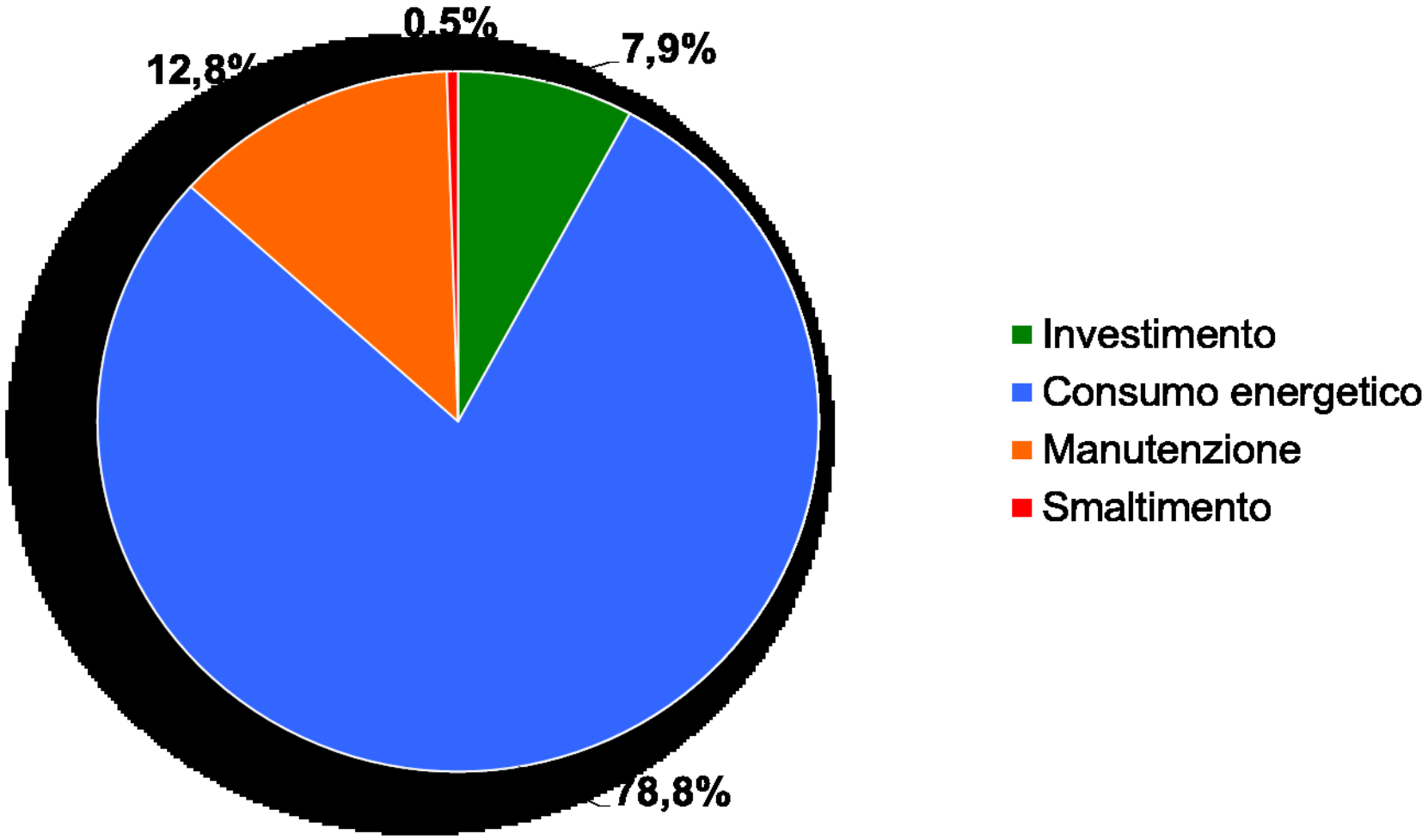
INDOOR : OUTDOOR = 3 : 1

Importante

- ✓ OAQ ⟶ Molto monitorata
- ✓ IAQ ⟶ Controllata solo in ambienti “particolari”

Tratto da: «**Filtrazione e IAQ negli ambienti confinati»** dell’Ing. Giovanni Campi - SagiCofim

Life Cycle Cost



Tratto da: «**Filtrazione e IAQ negli ambienti confinati»** dell'Ing. Giovanni Campi - SagiCofim

Contenimento dei costi energetici (REHVA)

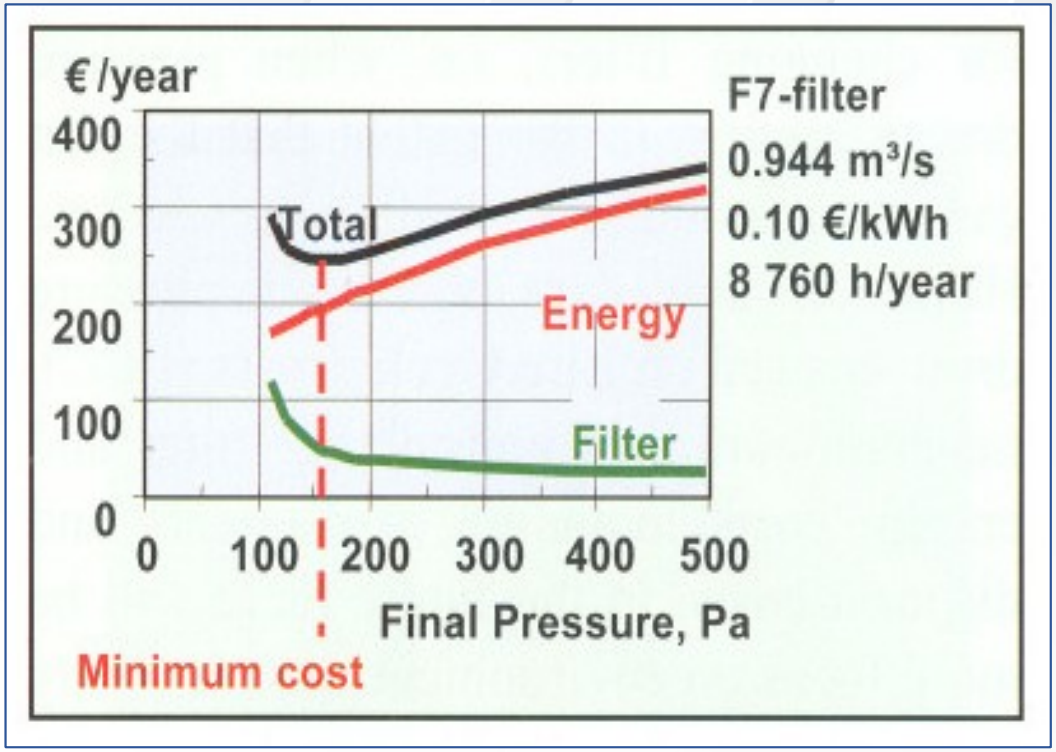


Fig. 11.4: Una perdita di carico finale più alta aumenta la vita del filtro e diminuisce il costo dello stesso, nel contempo aumenta il costo energetico.

Tratto da: «**Filtrazione e IAQ negli ambienti confinati»** dell'Ing. Giovanni Campi - SagiCofim

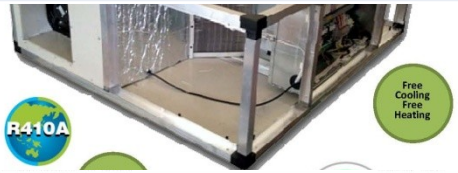
Riassumendo la ventilazione meccanica controllata ad elevata efficienza:

SIVEMEC

1. Sistema di ottimizzazione dell'efficienza del recupero (passaggio automatico da recupero statico–termodinamico – free-cooling–free-heating)
2. Riduzione dei consumi energetici per la ventilazione (ventilatori EC azionati da inverter, ad alta efficienza, in linea con i livelli imposti dal D.M. Requisiti Minimi 2015)
3. Controllo User friendly ed integrabile con BMS (Building Management System)

Sistema	Categoria-edificio	E_{ve} (Wh/m³)
	Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1	
	Tutti gli altri edifici	

Unità autono
ventilazione e r
aria ad assetto
con trattamento
termico mediante
pompa di calore ad
inverter, ventilatori
elettronici, free-cooling



COP globale (1) (2)		4,92
EER globale (1) (3)		4,70
E_{ve}	Wh/m³	0,14

Caratteristiche generali:

- Telaio portante in profilati
- Pannelli di tamponamento sandwich in lamiera preverniciata con interposto isolamento termico.
- scambiatore di calore a flussi incrociati in controcorrente con piastre in alluminio ad alta efficienza > 80% secondo UNI-EN 308.
- Ventilatori elettronici radiali compatti a pale rovesce.
- Filtri ondulati in materiale sintetico di classe G4 (UNI EN 779) EU4 (EUROVENT).
- Circuito frigorifero a pompa di calore (R410A) costituito da compressore ermetico rotativo BLDC con inverter, batterie ad espansione diretta realizzate con tubi in rame ed alettatura in alluminio,

	Tipo Pompa di calore	Ambiente esterno (°C)	Ambiente interno (°C)	COP/ EER
Riscaldamento	Aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	
Raffrescamento	Aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entrata: 24	Bulbo secco all'entra Bulbo u	

CALIFEL S.r.l. Via Insorti d'ungheria, 98 – 86100 Campobasso - tel 087464074/087461246
Stabilimento: C.da Piane, Z.I. 86019 Vinchiaturo – tel 0874340199
www.califel.it – info@califel.it

C) Gestione della ventilazione

- **Linee guida AICARR** sulla manutenzione degli impianti di climatizzazione – **2004**
- **ARPA Molise – Linee guida prevenzione impiantistica della Legionella 2010**
- **L.R. Molise n. 15/2011 «Norme per la prevenzione della diffusione delle malattie infettive »**
- Conferenza Stato Regioni del 7 febbraio 2013 «**Procedura operativa per la valutazione e gestione dei rischi correlati all'igiene degli impianti di trattamento aria**».

L.R. Molise n. 15/2011 - Vigilanza e controlli

Le funzioni di vigilanza e controllo sullo stato igienico-sanitario degli impianti aeraulici ed idrici sono svolte dall'ARPA Molise.

La vigilanza consiste nella verifica delle procedure di pulizia e sanificazione messe in atto e dello stato igienico-sanitario degli impianti idrici e di climatizzazione per mezzo di ispezioni visive e, a discrezione del tecnico-sanitario, anche per mezzo di prove analitiche di laboratorio; inoltre la vigilanza consiste anche nella verifica della regolare tenuta ed aggiornamento del registro delle manutenzioni degli impianti di climatizzazione e di quelli idrici ai sensi delle normative vigenti.

I dati rilevati dall'ARPA Molise sono trasmessi ai Dipartimenti di prevenzione dell'ASREM territorialmente competenti ed all'Assessorato regionale alla sanità.

L.R. Molise n. 15/2011

Art. 3 - Verifiche preliminari su nuovi impianti e requisiti tecnici

Al termine dell'installazione ed a seguito del collaudo di nuovi impianti aeraulici deve essere effettuata un'ispezione tecnica al fine di accertare che:

- **l'aria immessa nell'ambiente non superi la concentrazione limite della carica micotica (5.000 CFU/g) e batterica (10.000 CFU/g) prevista all'articolo 5;**

- **il particolato presente e depositato nei condotti di distribuzione aria, all'atto del collaudo ovvero del primo avviamento, non deve essere superiore a 0,1 g/mq;**

- **nelle vaschette di raccolta della condensa/umidificazione all'interno delle Unità di Trattamento Aria non deve essere riscontrato alcun ristagno di acqua, in particolare dovrà essere accertato che gli scarichi di drenaggio siano liberi e non ostruiti. In caso di eventuali ristagni di acqua effettuare opportune analisi di verifica delle cariche microbiche/batteriologiche.**

L.R. Molise n. 15/2011
Art. 4 - Manutenzione e controlli

Il datore di lavoro, nonché il proprietario dell'impianto devono porre in essere ogni misura tecnica atta a garantire la salvaguardia delle condizioni igienico-sanitarie degli impianti idrici ed aeraulici ovvero dell'acqua e dell'aria da essi erogati.

La salvaguardia delle condizioni igienico-sanitarie degli impianti idrici ed aeraulici è garantita attraverso:

- ispezioni periodiche dell'impianto aeraulico e dell'impianto idrico almeno due volte all'anno da un tecnico di comprovata esperienza nella valutazione dello stato igienico degli impianti idrici, di climatizzazione e dell'IAQ (Indoor Air Quality);
- prelievo periodico di campioni per analisi di verifica sul mantenimento costante dell'igiene; dette prove potranno essere effettuate in concomitanza delle ispezioni periodiche;
- le analisi che devono essere effettuate in laboratori accreditati da ACCREDIA

L.R. Molise n. 15/2011
Art. 4 - Manutenzione e controlli

Pulizia e sanitizzazione degli impianti deve essere effettuata periodicamente così come indicato nel D.Lgs. n. 106/2009 (Allegato IV "Requisiti dei luoghi di lavoro" punto 1.9.1.4.: "*Gli stessi impianti devono essere periodicamente sottoposti a controlli, manutenzione,* ***pulizia e sanificazione* *per la tutela della salute dei lavoratori.*") con una cadenza minima di 12 mesi o ogni qualvolta necessario.**

Deve essere esercitata da personale esperto nell'igiene degli impianti e deve essere effettuata nel rispetto dei protocolli tecnici dettati dalle linee guida del 5 ottobre 2006 ovvero dei protocolli ACR 2006 (Assessment, Cleaning and Restoration).

Ad ogni sistema di condizionamento deve corrispondere un libretto di manutenzione sul quale vengono annotati i singoli interventi effettuati, la data degli stessi, la ditta esecutrice, il nominativo dell'esperto in materia di igiene degli impianti di condizionamento e il laboratorio di analisi che esegue le prove

L.R. Molise n. 15/2011

Art. 5 - Limiti di contaminazione nella manutenzione

Un impianto aeraulico è considerato contaminato quando:

a) **a seguito dell'ispezione periodica risulta essere visivamente sporco;**
b) **la quantità di particolato presente sulle superfici interne dei condotti è superiore ad 1 g/mq;**
c) **la presenza di agenti patogeni in una concentrazione di carica micotica superiore a 5.000 CFU/g e carica batterica totale superiore a 10.000 CFU/g.**

Conferenza Stato Regioni del 7 febbraio 2013 «Procedura operativa per la valutazione e gestione dei rischi correlati all'igiene degli impianti di trattamento aria»

Allegato 1. LEGGI REGIONALI IN MATERIA DI GESTIONE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

Regione	Anno	Contenuti	Campo di applicazione	Formazione specifica degli operatori	Albo operatori abilitati	Limiti di contaminazione	Registro interventi
Liguria	2002	Disciplina per la costruzione, installazione, manutenzione e pulizia degli impianti aeraulici. Legge Regionale n.24 del 2 luglio 2002	Tutti gli impianti aeraulici installati in ambienti con V aria > 1000 m^3	Si	Si	Si	SI
Liguria	2003	Regolamento di attuazione della legge Regionale n.24 del 2 luglio 2002 Decreto del Presidente della giunta Regionale n.8/REG del 16 aprile 2003	Tutti gli impianti aeraulici installati in ambienti con V aria > 1000 m^3	Si	Si	Si	SI
Piemonte	2008	Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella Determinazione n.109 del 4 marzo 2008	Strutture sanitarie pubbliche e private	NO	NO	SI	SI
Emilia Romagna	2008	Linee Guida per la sorveglianza e il controllo della legionellosi Deliberazione della Giunta Regionale n.1115 del 21 luglio 2008	Strutture turistico-ricettive, sanitarie, socio-sanitarie e socio-assistenziali	NO	NO	SI	NO
Puglia	2008	Norme in materia sanitaria Legge Regionale n.45 del 23 dicembre 2008	Strutture sanitarie, scuole, strutture penitenziarie, strutture turistico-ricettive	NO	NO	NO	SI
Lombardia	2009	Linee guida per la prevenzione e controllo della legionellosi Decreto n. 1751 del 24 febbraio 2009	Impianti di condizionamento di strutture sanitarie e sociosanitarie, comunitarie, turistiche ecc...	NO	NO	SI	SI
Molise	2011	Norme per la prevenzione della diffusione delle malattie infettive Legge Regionale n.15 del 13 luglio 2011	Ogni ambiente pubblico e privato (espressamente compresi gli industriali) con V aria > 1000 m^3	NO	NO	SI	SI

Grazie per l'attenzione

NON DATEVI DELLE ARIE…

MA UN'ARIA DI QUALITÀ!!!