



## ACUSTICA DELLA VMC A FLUSSI BILANCIATI

### I criteri di base e i tipi di rumore

Il tema dell'acustica nel campo della ventilazione è piuttosto vasto e complesso. Per ottenere un **sistema di VMC a doppio flusso con recupero di calore** che sia silenzioso, andranno presi in considerazione parecchi aspetti, ricordando sempre un aspetto basilare: scopo principale della VMC è garantire la qualità dell'aria nell'edificio, contribuendo nel contempo in maniera determinante al comfort termo-idrometrico, tutti i giorni dell'anno ed a ogni ora del giorno; quindi si tratta di un sistema a funzionamento continuo.

Dal punto di vista dell'utente il criterio da tenere presente tutto sommato è semplice: si richiede un sistema che sia silenzioso al punto da non essere fastidioso. La valutazione della rumorosità da parte dell'utente è soggettiva e può cambiare a seconda della sensibilità di ciascuno, ma, in caso di necessità, di problemi oppure se previsto contrattualmente, si possono effettuare misurazioni oggettive del rumore prodotto dal sistema VMC affinché rientri nei parametri previsti: in Italia i parametri sono quelli dettati dal D.P.C.M. dell'ottobre 1997 sui requisiti acustici passivi degli edifici. Dal punto di vista di chi realizza l'impianto invece la cosa è ben più complessa, perché va ben al di là della semplice scelta dei materiali, per quanto questa non sia di secondaria importanza, ma coinvolge tutti gli aspetti della costruzione, dalla **scelta e dalle dimensioni degli spazi assegnati al sistema VMC**, al suo dimensionamento, alla sua posa ed alla sua regolazione e messa in servizio; coinvolge anche diverse figure (architetto, progettista degli impianti, installatore), il che spesso complica notevolmente le scelte e le azioni da compiere.

Gli aspetti da tenere in considerazione quando si parla di rumore legato alla VMC sono i seguenti:

- Bisogna limitare l'ingresso di rumori provenienti dall'esterno dell'edificio
- Bisogna evitare di infastidire con il proprio sistema gli abitanti degli edifici circostanti.
- Bisogna limitare il rumore prodotto dal recuperatore di calore che viene trasmesso lungo i condotti
- Bisogna limitare il rumore irradiato dall'ambiente in cui è installato il recuperatore di calore agli ambienti circostanti.
- Bisogna evitare la trasmissione di vibrazioni dal recuperatore di calore alla struttura edilizia ed alla rete di condotti
- Bisogna evitare la trasmissione di rumore da un locale all'altro mediante i condotti (il cosiddetto *effetto telefono*).
- Bisogna evitare che un errato dimensionamento oppure un'errata installazione o regolazione del sistema generi fruscii e sibili dovuti alla velocità dell'aria, sia lungo i condotti che ai terminali di immissione o di estrazione.

## Caratteristiche del rumore

Un rumore è caratterizzato dalla frequenza dell'onda sonora (espressa in Herz).

Infrasuoni	Bassi	Medi	Acuti	Ultrasuoni
< 20 Hz	20-100 Hz	100-500 Hz	500-25000 Hz	> 25000 Hz
Non udibili		Udibili		Non udibili

Il rumore dipende allo stesso tempo anche dalla sua intensità, misurata in decimi di Bel (o decibel) (dB). Nella tabella seguente qualche esempio.

<b>20 dB</b>	Soglia della percezione per l'orecchio umano
<b>30 dB</b>	Bisbiglio
<b>40 dB</b>	Locale silenzioso
<b>50 dB</b>	Conversazione con voce normale
<b>60 dB</b>	Ambiente lavorativo
<b>70 dB</b>	Supermercato, mensa
<b>80 dB</b>	Traffico veicolare intenso
<b>100 dB</b>	Martello pneumatico

I rumori più significativi prodotti dai sistemi di VMC si situano in una banda di frequenza che generalmente va da 250 a 4000 Hz. Nella documentazione tecnica dei prodotti (ventilatori, recuperatori, silenziatori) di norma vengono indicate le rumorosità prodotte, oppure le attenuazioni, alle varie frequenze a partire da 63 Hz fino a 8000 Hz e sono elementi essenziali da tenere in conto nella scelta dei prodotti e nel dimensionamento dei sistemi di VMC.

Ecco un esempio di silenziatore da canale con la tabella di scelta.



Modello	φd1	φ dy	L	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
SLL50125900	125	225	965	1	7	14	30	50	50	37	21
SLL501251200	125	225	1265	2	9	18	39	50	50	47	26
SLL50160900	160	260	975	1	5	12	27	50	39	24	14
SLL501601200	160	260	1275	2	6	15	35	50	50	30	17
SLL50200900	200	315	900	2	4	11	21	37	28	16	10
SLL502001200	200	315	1200	2	5	14	27	46	36	21	13
SLL50250900	250	355	900	1	3	9	19	38	19	11	9
SLL502501200	250	355	1200	2	4	11	24	50	24	13	11
SLL100315900	315	510	975	3	6	14	23	24	13	8	8
SLL1003151200	315	510	1275	4	8	18	29	32	17	10	11
SLL100355900	355	560	975	3	4	11	22	23	13	8	8
SLL1003551200	355	560	1275	4	8	17	28	33	17	8	9
SLL100400900	400	615	975	4	5	10	11	14	7	6	8
SLL1004001200	400	615	1275	5	6	13	16	17	9	7	9
SLL100450900	450	665	975	4	5	11	12	14	6	5	7
SLL1004501200	450	665	1275	5	6	12	17	16	8	6	9
SLL100500900	500	735	975	3	5	10	11	9	5	6	7
SLL1005001200	500	735	1275	3	6	14	16	13	7	7	9

Allo stesso modo vediamo indicata la rumorosità prodotta da un'unità ventilante nelle condizioni nominali di funzionamento.



Duct	Sound power	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Outdoor	LWA, dB(A)	18	50	57	49	36	28	17	9	59
Supply	LWA, dB(A)	24	56	63	59	55	52	45	33	66
Extract	LWA, dB(A)	18	50	57	49	37	31	18	9	59
Exhaust	LWA, dB(A)	21	53	61	60	57	53	46	36	65
Surround	LWA, dB(A)	22	32	40	38	32	32	31	37	45

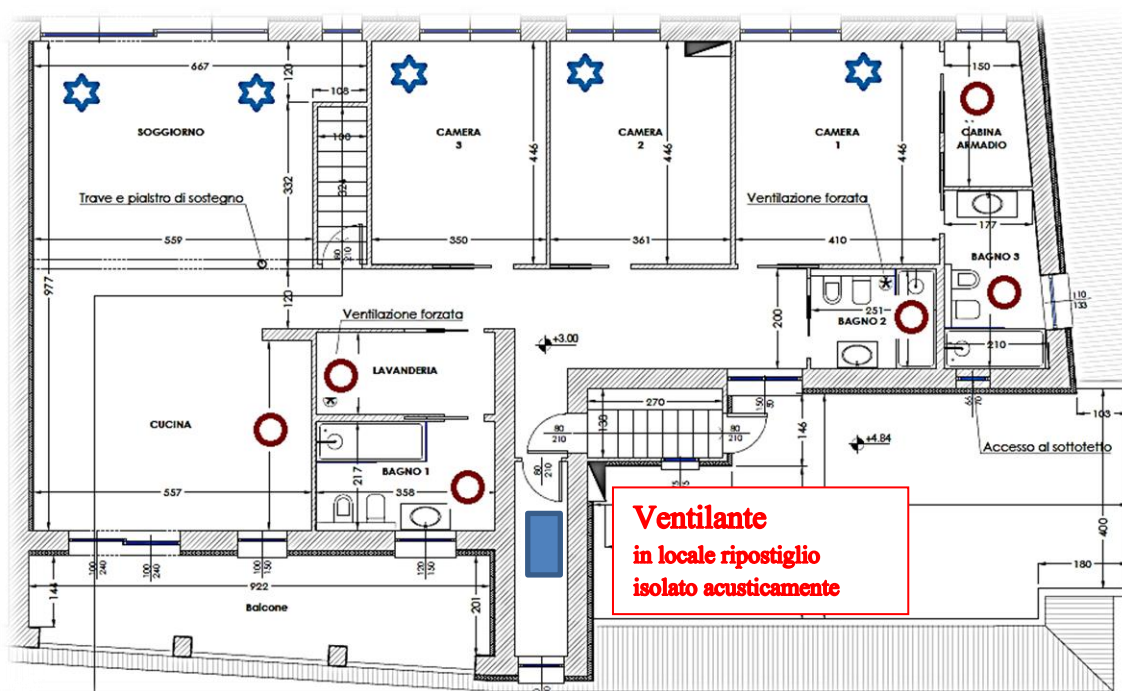
## Il progetto

- **Concepire l'edificio tenendo conto sin dall'inizio delle necessità di spazio del sistema di ventilazione.** Per una buona riuscita di un sistema VMC dal punto di vista acustico **questo è l'aspetto fondamentale.** Un'installazione improvvisata o decisa dopo che gli spazi architettonici sono già stati definiti, con buona probabilità genererà al sistema di ventilazione vincoli tali da renderlo poco efficiente e, quel che è peggio, acusticamente inadeguato. Bisogna essere coscienti del fatto che un sistema VMC rumoroso perché concettualmente sbagliato, quasi mai può essere corretto in corso d'opera o ancora meno dopo che è stato avviato.

- **Innanzitutto è necessario individuare il locale tecnico** nel quale installare l'unità ventilante: deve **prevedere spazi sufficienti** non solo per l'installazione ma anche per la manutenzione ordinaria (sostituzione filtri e pulizia generale) e straordinaria; **deve essere all'interno dello spazio coibentato** (a meno che vengano utilizzati recuperatori di calore specifici per installazione all'esterno), ma soprattutto **deve essere isolato acusticamente**, per evitare di trasmettere rumore all'interno dello spazio abitato.

- **Individuare adeguati passaggi per i condotti.**

- **Individuare posizioni delle bocchette che siano efficaci e non fastidiose per le persone.**



*Posizionamento della ventilante e delle bocchette di immissione (stelle) ed estrazione (cerchi) per una ventilazione di tipo direzionale (immissione in soggiorni, camere da letto, studi, ecc. – estrazione da cucina, bagni, lavanderie, cabine armadio, ecc. – transito in corridoi, disimpegni, ingressi, ecc.)*

- **Scegliere il recuperatore di calore tenendo conto dei livelli di rumorosità indicati nella documentazione fornita dal costruttore** (spesso i fabbricanti forniscono dati rilevati in condizioni differenti e quindi non confrontabili; pertanto, per raffrontare differenti prodotti, confrontare le certificazioni di enti terzi (es. PassivHaus Institut, Eurovent, ecc.) quando disponibili, altrimenti fare riferimento alla tabella Ecodesign).

- **Installare il recuperatore di calore su supporti antivibranti.** Anche in caso di piccole unità ventilanti con portata pari a poche decine di metri cubi ora, è imperativo tenere conto di questa

precauzione, poiché i ventilatori, specialmente dopo qualche anno di funzionamento, possono, generare vibrazioni che si trasmettono alla struttura muraria e creando un notevole fastidio per gli occupanti, anche se il locale tecnico è isolato acusticamente.

- **Prevedere raccordi antivibranti tra il recuperatore e la rete dei condotti:** questo aspetto è essenziale a prescindere dal tipo di condotto che viene impiegato, ma a maggior ragione se, anziché canali in acciaio, si utilizzano condotti in materiale sintetico (PVC, PE, ecc.) che hanno massa molto ridotta ed entrano facilmente in risonanza, finendo con l'amplificare le vibrazioni prodotte dal ventilatore.

- **Installare il recuperatore ad una certa distanza dalle camere e dai soggiorni:** un condotto troppo corto tra il recuperatore e la bocchetta più vicina può generare una trasmissione di rumore insopportabile per gli utenti. Questo problema rientra nel campo della scelta iniziale degli spazi dedicati alla VMC. Tra la ventilante e la prima bocchetta ci deve essere un minimo di distanza affinché siano applicabili silenziatori e/o condotti fonoassorbenti in grado di attenuare l'onda acustica prodotta dai ventilatori: se, a causa della mancanza di spazio, non verranno adottati questi accorgimenti e l'impianto dovesse risultare rumoroso, non sarà più possibile porre rimedio, se non spegnendolo o modificandolo pesantemente, con ovvi costi e disagi.

- **Concepire una rete di distribuzione efficiente.**

I principi fondamentali sono due. 1) Evitare velocità dell'aria importanti: in ambito residenziale, soprattutto su case ad altissima efficienza acustica, anche il minimo fruscio può essere percepito come fastidioso dagli utenti, quindi nei tratti principali della rete evitare di superare i 3 m/s e nei tratti terminali i 2 m/s; 2) evitare curve strette e strozzature accentuate. Silenziatori e condotti fonoassorbenti devono sempre essere previsti sulla rete di distribuzione.

- **Prevedere bocchette di dimensione opportuna:** spesso il punto debole di una rete di distribuzione è il terminale (specialmente nelle camere da letto).

**Nota importante:** tutti gli accorgimenti del caso in termini di acustica, non devono far dimenticare un aspetto fondamentale: gli impianti di VMC devono essere pulibili completamente. Pertanto la scelta degli spazi è determinante oltre che per l'acustica dei sistemi, anche per la possibilità di una futura manutenzione della rete e di tutte le sue componenti. Ciò significa che canali fonoassorbenti e flessibili in generale devono essere limitati al minimo indispensabile, poiché non possono essere

puliti, ma devono essere sostituiti. Di conseguenza devono essere posizionati in punti dell'edificio in cui possano essere ispezionabili. Lo stesso vale per i silenziatori.

## Esempio di valutazione acustica preliminare di un progetto

Per fare questa valutazione è necessario disporre della documentazione tecnica fornita dal produttore del recuperatore, come nella figura sopra riportata, per individuare le rumorosità prodotte alle varie frequenze. In base a tali dati si calcolerà l'attenuazione dovuta al condotto ed eventuali silenziatori o attenuatori acustici presenti sulla rete.

Descrizione	Frequenza						
	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
Recuperatore <b>SALDA SMARTY 3 XV 1.2</b>	46	48	49	48	46	45	dB
Silenziatore da canale <b>ILL FLEX</b> dn 160	-17	-22	-22	-27	-19	-4	dB
Canale in acciaio zincato d.80 5 ml	-2.4	-3.0	-1.8	-1.8	-2.4	-4.2	dB
Canale flessibile fonoassorbente d.80 0,5 ml	-8	-13	-16	-19	-14	-8	dB
<b>Potenza sonora a fine condotto</b>	<b>18.6</b>	<b>10.0</b>	<b>9.2</b>	<b>0.2</b>	<b>10.6</b>	<b>28.8</b>	<b>dB</b>
Curva di ponderazione A*	-16,1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	dB
<b>Potenza sonora ponderata A</b>	<b>-2.5</b>	<b>-1.4</b>	<b>-6.0</b>	<b>0.2</b>	<b>11.8</b>	<b>29.8</b>	<b>dbA</b>

Altri indicatori influiscono sul risultato e sono legati alla dimensione ed alla forma del locale in cui si trova la bocchetta ed alla rumorosità prodotta dalla bocchetta stessa. Per fare un esempio, nel caso la rete comprenda serrande o valvole di regolazione, dal punto di vista acustico, sarà di gran lunga meglio prevederle a monte dell'impianto o comunque lontano dal terminale di immissione o estrazione poiché, causando una strozzatura del passaggio dell'aria, generano una certa rumorosità che deve essere attenuata prima di arrivare al terminale.

*\*La curva di ponderazione A permette di ponderare il rumore in funzione della percezione dell'orecchio umano.*

Normalmente questo genere di calcoli nella pratica non viene fatto, specialmente su piccoli impianti residenziali, ma in caso di dubbio può essere fatto per una valutazione preliminare. La verifica della rumorosità dell'impianto deve eventualmente essere fatta in maniera strumentale ad installazione avvenuta, ma ciò normalmente avviene soltanto nel caso in cui in fase contrattuale siano stati definiti obiettivi acustici specifici da raggiungere.

## Correggere problemi di acustica ad installazione avvenuta

È necessario fare tre premesse.

Innanzitutto **l'impianto di VMC non udibile non esiste**: qualsiasi elemento in movimento nello spazio, anche l'aria, genera un rumore; pertanto pretendere che l'impianto sia sotto la soglia dell'udibilità non ha senso.

Inoltre nella maggior parte dei casi tali **problemi acustici sono strutturali**, perché legati ad un errore nella concezione generale dell'impianto (ad es. posizionamento del recuperatore errato) e quindi non risolvibili, se non con interventi di tipo cruento.

Lo spegnimento definitivo dell'impianto, l'utilizzo di orologi programmatori per spegnere l'impianto di notte e farlo funzionare **nelle ore in cui non dà fastidio** o, infine, la riduzione delle portate fino al raggiungimento del comfort acustico, non sono soluzioni accettabili. Se il ricambio dell'aria è insufficiente si risolve un problema acustico e se ne crea uno di qualità dell'aria.

Per sapere come procedere è necessario identificare la causa ed il tipo di rumorosità.

L'unica possibilità per risolvere *ex post* problemi di acustica è, avendo lo spazio fisico per farlo, cercare di inserire elementi fonoisolanti nel locale di installazione, se il problema è legato a rumore irradiato dal recuperatore, oppure silenziatori da canale se il rumore viene trasmesso sulla rete aeraulica. Normalmente non si riescono ad ottenere risultati definitivi, ma soltanto a mitigare il problema esistente. Altra possibilità è che ci sia un ventilatore difettoso, oppure che con il tempo la girante si sia sporcata e quindi abbia perso l'equilibratura dinamica originale. In questi casi è necessario un intervento manutentivo, che di solito risulta risolutivo. Infine, specialmente con certe tipologie di ventilatori, a pressione o a portata costanti, la rumorosità può essere legata all'intasamento dei filtri, la cui sostituzione periodica, è bene ricordarlo anche se non è argomento specifico di questa relazione, è fondamentale per la salute delle persone e la durata nel tempo del sistema.