

> Il rumore <

Il problema del rumore ha assunto negli ultimi anni una notevole importanza per tutte le applicazioni dei ventilatori per cui la MISTRAL S.r.l. ha ritenuto opportuno riportare nel suo catalogo, per ogni singolo ventilatore, oltre alle caratteristiche aerauliche anche le caratteristiche di rumorosità.

3.1 DEFINIZIONE DI RUMORE: POTENZA E PRESSIONE SONORA

Viene definito generalmente rumore ogni suono che causa disturbo o danno all'organo dell'udito e/o all'organismo umano.

La produzione del suono è dovuta alle vibrazioni di un corpo e il suono si propaga in ogni mezzo che possa vibrare.

Le vibrazioni che generano i suoni e ne consentono la loro propagazione sono un fenomeno ondulatorio, la cosiddetta onda sonora, che è governata da definite leggi fisiche.

L'emissione di un suono da parte di una macchina comporta la spesa di una certa quantità di energia per generare le vibrazioni associate.

Tale energia, riferita all'unità di tempo, è la potenza sonora che si misura in watt (W).

La sorgente sonora provoca nell'aria, mediante l'onda sonora, delle piccole fluttuazioni alternate di pressione attorno alla pressione barometrica di equilibrio, causando delle compressioni e delle depressioni.

L'entità di tale fluttuazione, o più precisamente il suo valore efficace, è chiamata "pressione sonora" che si misura in pascal (Pa).

L'uomo percepisce la sensazione auditiva di un suono per mezzo dell'organo dell'udito (orecchio), il quale è sensibile proprio alla pressione sonora.

La pressione sonora d'altra parte è anche la grandezza fisica del rumore e si misura mediante il fonometro.

Per agevolare la valutazione di questa misura, data l'enorme estensione della gamma di pressioni che percepisce l'orecchio umano, è necessario utilizzare una scala logaritmica.

Convenzionalmente è stato introdotto il concetto di "livello di pressione sonora", la cui unità di misura è il decibel (dB), il quale, anziché rappresentare il valore assoluto della pressione, indica il livello rispetto ad un valore di riferimento normalizzato:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (3.1)$$

dove:

L_p = livello di pressione sonora in dB

p = pressione sonora effettiva in Pa

p_0 = pressione sonora di riferimento = $2 \cdot 10^{-5}$ Pa

Analogamente si introduce il "livello di potenza sonora" la cui unità di misura è anch'essa il decibel (dB)

$$L_w = 10 \log \frac{P_w}{P_{w_0}} \quad (3.2)$$

dove:

L_w = livello di potenza sonora in dB

P_w = potenza sonora effettiva in W

P_{w_0} = potenza sonora di riferimento = $1 \cdot 10^{-12}$ W

L'introduzione del concetto di decibel consente di ricondurre il campo delle pressioni sonore variabili da $2 \cdot 10^{-5}$ Pa a 200 Pa al campo dei livelli di pressione sonora variabili da 0 dB a 140 dB.

Il fonometro utilizzato per le misure trasforma quindi, tramite un microfono, la pressione sonora in segnali elettrici leggibili sul display dello strumento direttamente in dB (livello di pressione sonora). Inoltre, per tener conto del diverso comportamento medio dell'orecchio umano in presenza di suoni di diversa frequenza, il fonometro può "pesare", mediante opportuni filtri, i segnali elettrici suddetti.

Nelle nostre misurazioni si è scelta la scala di pesatura A, così come adottata dalle norme internazionali ISO 3744.

La stessa sorgente di rumore con la stessa potenza sonora generata è più o meno fastidiosa a seconda del livello di pressione sonora rilevato nel punto di ricezione. Rilevazione questa che è influenzata dall'ambiente in cui viene installato il ventilatore e dalla distanza del rilevamento dal ventilatore stesso.

La MISTRAL S.r.l. non conoscendo, per ovvie ragioni, le condizioni di installazione finali dei suoi ventilatori, può indicare e garantire solo l'esatta misurazione dei valori del "livello di potenza sonora" generata dagli stessi.

Infatti la potenza sonora è una grandezza assoluta che permette di stimare il livello di pressione sonora, rilevabile attorno al ventilatore installato, una volta note le caratteristiche acustiche dell'ambiente.

L'utente, invece, è interessato a conoscere il livello di pressione sonora che è quello che effettivamente percepisce.

In base a questa esigenza nel catalogo MISTRAL S.r.l. sono riportati, oltre ai valori dei livelli di potenza sonora, anche i livelli di pres-

sione sonora, riferiti ad una situazione ambientale particolare: ventilatore posto su un piano riverberante in campo libero e per una distanza di rilevamento di 1,5 metri dal ventilatore. Fanno eccezione i torrini per i quali la distanza di rilevamento è di 5 metri. Questi dati risultano così essere un'informazione di facile ed immediato utilizzo e, in molti casi, corrispondono a quelli misurati a ventilatore installato.

3.2 UTILIZZAZIONE DEI VALORI DI LIVELLO DI POTENZA SONORA

Quando si vuole conoscere il rumore di un ventilatore ad una distanza ed in condizioni ambientali diverse da quelle specificate sulle curve di catalogo, occorre procedere come segue partendo dai valori noti di livello di potenza sonora (L_w). La pressione sonora (L_p) nelle immediate vicinanze di una sorgente di rumore dipende dall'effetto sovrapposto di due tipi di onde sonore:
a) **onde dirette**: provenienti direttamente dal ventilatore
b) **onde riflesse**: provenienti dalle pareti che circondano l'ambiente in cui è installato il ventilatore.

3.2.1 LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DOVUTO ALLE ONDE DIRETTE

La parte della pressione sonora totale imputabile alle onde dirette è data dalla seguente formula:

$$L_{p_d} = L_w - d_1 + d_2 \tag{3.3}$$

dove:
 L_{p_d} = livello di pressione sonora delle onde dirette in dB
 L_w = livello di potenza sonora in dB
 d_1 = fattore funzione della distanza r in metri tra la sorgente ed il punto di ascolto:

$$d_1 = 10 \bullet \log (4 \pi \bullet r^2) \tag{3.4}$$

d_2 = fattore funzione del coefficiente di direttività Q :

$$d_2 = 10 \bullet \log Q \tag{3.5}$$

Il fattore d_1 può essere calcolato tramite la formula (3.4) oppure ricavato dalla TABELLA II.
Il coefficiente Q assume valori diversi a seconda della posizione del ventilatore rispetto a superfici riflettenti come indicato in fig. 4 e precisamente:
1) il ventilatore è lontano da qualsiasi parete.
In questo caso: $Q = 1$ e quindi $d_2 = 0$ per la (3.5)
2) il ventilatore è posto su una superficie piana lontano da qualsiasi parete verticale (campo emisferico di irradiazione sonora).
In questo caso: $Q = 2$ e quindi $d_2 \approx 3$.
3) il ventilatore è collocato all'interno di un angolo solido formato da due pareti: diedro (per es. posto sul pavimento e vicino ad una parete verticale).
In questo caso: $Q = 4$ quindi $d_2 \approx 6$.
4) il ventilatore è collocato all'interno di un angolo solido formato da tre pareti: triedro (per es. posto sul pavimento e vicino a due pareti verticali).
In questo caso: $Q = 8$ e quindi $d_2 \approx 9$

Fig. 4
Coefficiente di direttività
in funzione della posizione
del ventilatore

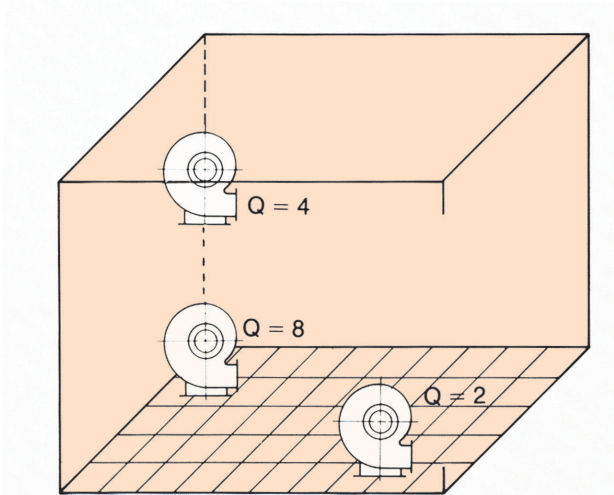


tabella II

distanza (m)	d ₁ (dB)
0,50	5
0,70	8
1	11
1,25	13
1,50	14,5
1,75	16
2	17
2,50	19
3	20,5
4	23
5	25
6	26,5
8	29
10	31
15	34,5
20	37
25	39
30	40,5
40	43
50	45

3.2.2 LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DOVUTO ALLE ONDE RIFLESSE

La parte della pressione sonora totale imputabile alle onde riflesse è data dalla seguente formula:

$$Lp_r = Lw + d_3 \quad (3.6)$$

dove:

Lp_r = livello di pressione sonora delle onde riflesse in dB

Lw = livello di potenza sonora in dB

d_3 = fattore funzione del coefficiente α di assorbimento acustico delle pareti in dB

La d_3 può essere ricavata dal grafico di fig. 5 oppure può essere calcolata con la seguente formula:

$$d_3 = 10 \log \left[\frac{4 \cdot (1 - \alpha)}{S \cdot \alpha} \right] \quad (3.7)$$

dove:

S = area totale delle superfici riverberanti in m^2

α = coefficiente medio di assorbimento acustico delle superfici

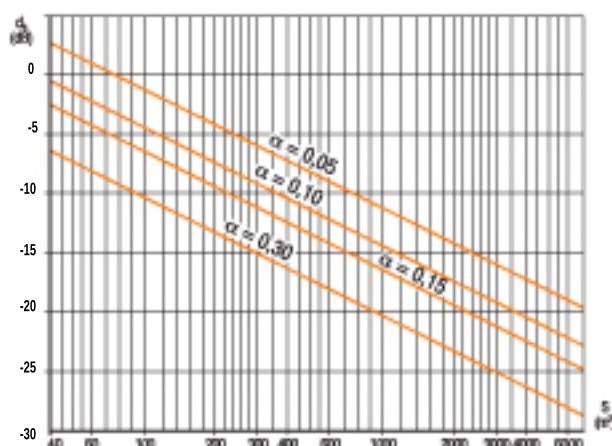


Fig. 5

Locale vuoto con pareti lisce di materiale duro (locale molto riverberante): $\alpha \sim 0.05$.

Locale ingombro di macchinari con pareti lisce di materiale duro (locale mediamente riverberante): $\alpha \sim 0.10$.

Locale con almeno una parete di materiale fonoassorbente (locale poco riverberante): $\alpha \sim 0.15$.

Locale con tutte le pareti di materiale fonoassorbente (locale sordo): $\alpha \sim 0.30$.

3.2.3 LIVELLO DI PRESSIONE SONORA TOTALE EFFETTIVA

La rumorosità effettivamente rilevabile nel punto considerato, vicino al ventilatore, è la somma dei due livelli di pressione sonora: pressione dovuta alle onde dirette e pressione dovuta alle onde riflesse.

La formula relativa è:

$$Lp = 10 \log \left(\text{antilog} \frac{Lp_d}{10} + \text{antilog} \frac{Lp_r}{10} \right) \quad (3.8)$$

Poiché i livelli di potenza sonora sono misurati in dB(A) il livello di pressione sonora calcolato corrisponderà all'effettiva sensazione acustica di rumore.

3.3 LEGGI DI SIMILITUDINE PER LA RUMOROSITÀ

Analogamente a quanto accade per la portata e la pressione, anche per la rumorosità di ventilatori della stessa serie esiste una legge di similitudine che permette di ricavare i livelli di rumorosità per diametri e per numero di giri diversi della girante.

Secondo quanto precisato dalle norme americane AMCA 300/67 e dalle norme francesi S31/021, la legge di similitudine è espressa dalla seguente relazione:

$$Lw_1 = Lw_0 + 70 \log \frac{D_1}{D_0} + 50 \cdot \log \frac{n_1}{n_0} \quad (3.9)$$

dove:

Lw_0 = potenza sonora del ventilatore di riferimento in dB

Lw_1 = potenza sonora del nuovo ventilatore in dB

D_0 = diametro della girante del ventilatore di riferimento

D_1 = diametro della girante del nuovo ventilatore

n_0 = numero dei giri del ventilatore di riferimento

n_1 = numero dei giri del nuovo ventilatore

Naturalmente se non variano o il diametro od i giri si annulla il termine relativo.

3.4 ESEMPIO DI CALCOLO

Si vuole conoscere il rumore rilevabile a 3 m di distanza dal ventilatore modello AR 57 funzionante nelle seguenti condizioni:

- a) è collegato ad una macchina operatrice tramite la bocca di mandata; ha la bocca d'aspirazione libera e lavora nella zona di massimo rendimento
- b) si trova sul pavimento e vicino ad una parete del locale in cui è installato
- c) il locale ha le seguenti dimensioni: larghezza 15 m, lunghezza 20 m, altezza 4 m
- d) le pareti sono di calcestruzzo intonacato ed il locale è ingombro di altre macchine.

Dalla tabella della potenza sonora riportata sul catalogo della serie AR si ricava per il modello AR 57, nelle condizioni di lavoro precisate, un livello di potenza sonora $Lw = 94,8$ dB(A).

Poiché il ventilatore si trova all'interno di un diedro risulta che:

$$Q = 4 \text{ e quindi } d_2 \cong 6$$

Per la distanza di 3 m, dalla formula (3.4), si ricava:

$$d_1 = 10 \cdot \log (4 \pi \cdot 3^2) = 20,5 \text{ dB}$$

Per l'onda diretta si ottiene quindi:

$$Lp_d = 94,8 - 20,5 + 6 = 80,3 \text{ dB(A)}$$

La superficie totale del locale risulta:

$$S = (15 \cdot 4 \cdot 2) + (20 \cdot 4 \cdot 2) + (20 \cdot 15 \cdot 2) = 880 \text{ m}^2$$

Poiché il locale ha le pareti lisce ma è ingombro di macchine si può considerare un coefficiente medio di assorbimento acustico:

$$\alpha = 0,10.$$

Dalla formula (3.7) si ricava:

$$d_3 = 10 \log \left[\frac{4 \cdot (1 - 0,1)}{0,1 \cdot 880} \right] = 13,9 \text{ dB}$$

Per l'onda riflessa si ha:

$$Lp_r = 94,8 - 13,9 = 80,9 \text{ dB(A)}$$

Pertanto il livello di pressione sonora effettivo, per la formula (3.8), è:

$$Lp = 10 \log \left(\text{antilog} \frac{80,3}{10} + \text{antilog} \frac{80,9}{10} \right) = 83,6 \text{ dB(A)}$$