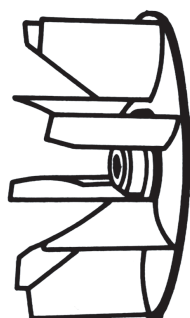


CENNI TEORICI - PRATICI

Il ventilatore centrifugo è costituito essenzialmente da una carcassa a forma di chiocciola nella quale è inserita una girante; questa è progettata con un determinato numero di pale sistemate sulla propria circonferenza. La chiocciola ha una bocca d'aspirazione assiale alla girante ed una bocca di mandata disposta ad angolo retto rispetto a tale asse. Quando la girante è posta in rotazione, le pale richiamano l'aria per forza centrifuga alla periferia della girante e la spingono nel senso della sua rotazione. L'aria, quindi, entra in direzione assiale, compie un angolo retto attraverso le pale e viene scaricata radialmente. La chiocciola ha la funzione di convertire l'elevata pressione dinamica sviluppata all'estremità delle pale in pressione statica. La forma delle pale è una delle componenti che determinano la forza esercitata sull'aria, cioè la quantità d'energia impartita alla stessa sotto forma di velocità.

Nei ventilatori centrifughi esistono diverse varianti dipendenti dalla forma e dalla posizione delle pale; è d'uopo distinguerli in:

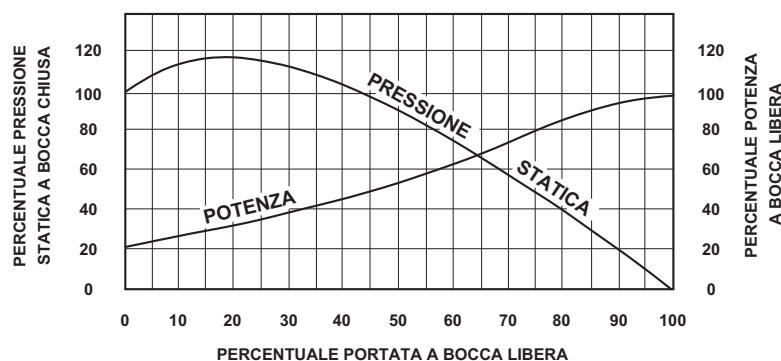
a) ventilatori a pale radiali diritte:



I ventilatori a pale radiali sono equipaggiati con ventole costituite da un determinato numero di pale riportate o saldate radialmente su bracci che si diramano da un mozzo centrale.

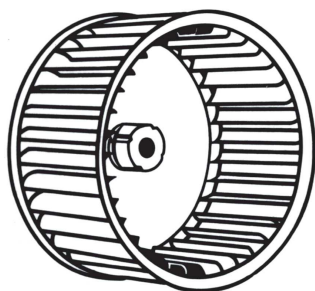
Il rendimento e le pressioni di questi ventilatori sono mediamente non elevati; la loro caratteristica precipua consiste nel poter trasportare materiale filamentoso senza che questo aderisca alle pale con una conseguenziale intasatura delle stesse.

L'andamento della curva della pressione statica e della curva della potenza assorbita all'albero in funzione della portata d'aria viene riportato nel diagramma seguente:

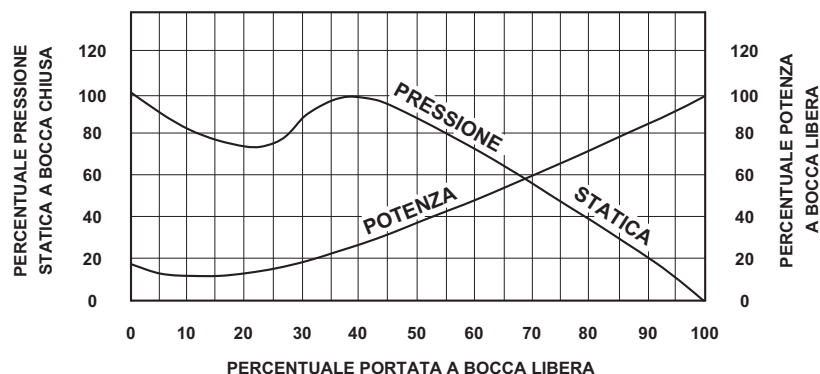


E' importante notare che la massima potenza assorbita si avrà alla massima portata a minima prevalenza.

b) ventilatori a pale curve in avanti:

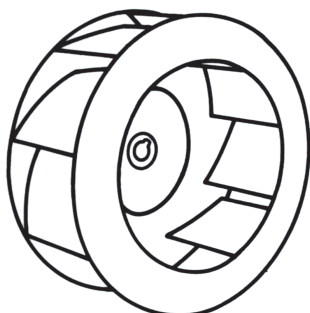


Questi ventilatori sono equipaggiati con delle giranti costituite da molte pale curve di piccola sezione la cui concavità viene ad essere disposta nel senso della rotazione. Le pale sono riportate o saldate perpendicolarmente a due anelli coassiali al mozzo. Rispetto ai ventilatori con pale a profilo piano, questi modelli permettono di ottenere rendimenti più elevati, inoltre la velocità dell'aria che si riesce ad ottenere con questo tipo di girante è la più alta, sviluppando così a pari diametro e numero di giri rispetto ad altri profili di pale una portata d'aria maggiore. Ne segue che a parità di prestazioni questo ventilatore viene ad essere più piccolo e funzionante a velocità minori. L'andamento della curva della pressione statica e della curva della potenza assorbita all'albero in funzione della portata d'aria viene riportato nel diagramma seguente:



L'aumento della potenza sino al punto di massimo assorbimento, coincidente con la massima portata e minima prevalenza, è più marcato rispetto al profilo di pala prima descritto.

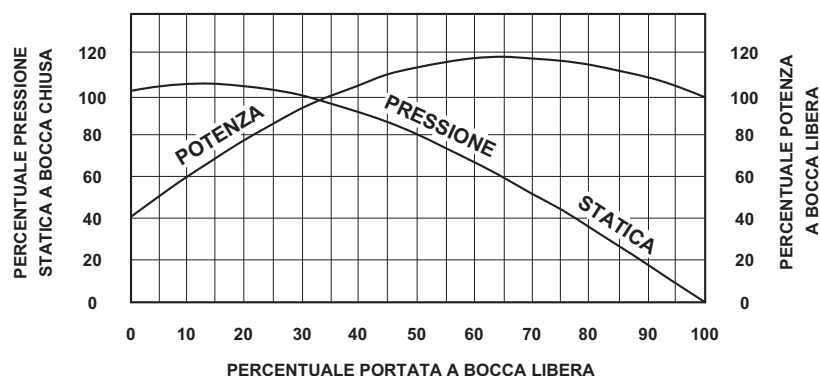
c) ventilatori a pale curve rovesce:



I ventilatori equipaggiati con questo tipo di girante raggiungono i rendimenti più alti. Questa è costituita da un determinato numero di pale a larga sezione il cui lato convesso incontra il flusso dell'aria, permettendo un passaggio più agevole della stessa attraverso le pale e riducendo così le perdite per urto e per vortice. Inoltre, variando la sezione delle pale, si possono ottenere pressioni anche molto elevate.

Di contro le velocità periferiche rispetto agli altri tipi di ventilatori sono più elevate con un conseguenziale aumento di peso della pala stessa sopportata da un albero di adeguata sezione.

Di seguito viene riportato l'andamento delle curve della pressione statica e della potenza assorbita.



E' importante notare che la potenza richiesta all'albero dei ventilatori equipaggiati con questo tipo di ventola risulta minima con valori medi di portata e pressione.

d) ventilatori centrifughi con altri tipi di pale:

Queste tre esecuzioni sogliono anche essere modificate, al fine di migliorarne la resa, combinando profili di pale diverse: si avrà ad esempio una curvatura in avanti all'entrata o piede di pala associata ad una uscita radiale diretta alla estremità della stessa; una curvatura in avanti e all'indietro rispettivamente all'entrata e all'uscita di pala, si configura come un'altra delle molteplici modifiche che si possono apportare ai tre modelli canonici testé descritti.

In ultima analisi è doveroso menzionare l'esecuzione "a doppia aspirazione" nella quale, una girante centrifuga doppia, unita ad una aspirazione sui due lati della chiocciola, garantiscono portate pressoché doppie rispetto a ventilatori di pari velocità e diametro.

I parametri indispensabili per identificare un ventilatore centrifugo sono:

- a) portata
- b) pressione
- c) velocità di rotazione
- d) rendimento

A) PORTATA

Esprime il valore del fluido aspirato dal ventilatore nell'unità di tempo; viene espressa normalmente in m³/sec, m³/min, m³/h.

B) PRESSIONE

E' espressa normalmente in mm di H₂O o in Pascal. La pressione generata da un ventilatore è la somma di due pressioni:

pressione statica + pressione dinamica = pressione totale

La pressione statica (Ps) è l'energia potenziale necessaria per vincere la resistenza opposta dal circuito al passaggio del fluido. La pressione dinamica (Pd) è l'energia cinetica posseduta dal fluido in movimento e dipende dalla velocità media di uscita dell'aria dalla bocca premente del ventilatore; si ricava dalla relazione:

$$Pd = \frac{V^2}{2g} \cdot 1,226 \quad ; \quad V = \frac{Q}{A}$$

dove:

- Q = portata in m³/sec.
- A = superficie bocca premente in m²
- V = velocità media dell'aria in m/sec.
- g = accelerazione di gravità (9,81 m/sec²)
- 1,226 = peso specifico dell'aria in kg/m³ a 15 °C e 760 mm di Hg

C) VELOCITA' DI ROTAZIONE

Esprime il numero di giri al minuto primo a cui deve ruotare la girante affinché siano raggiunte le caratteristiche richieste. Le caratteristiche richieste riportate dalle tabelle e dalle curve di prestazione che seguiranno sono riferite al funzionamento con aria a +15 °C ed alla pressione barometrica di 760 mm Hg con un peso specifico di 1,226 kg/m³ e sono ricavate da collaudo secondo le norme UNI 7179-73P. Qualora vi fossero esigenze di ottenere caratteristiche intermedie a quelle fornite dalle tabelle, oppure per aspirazioni a temperature diverse da 15 °C e quindi con peso specifico diverso da 1,226 è necessario:

- Scegliere un ventilatore a trasmissione.
- Tenere presente le relazioni fondamentali dei ventilatori centrifughi quali:

a) Variazione della velocità di rotazione "n" con il peso specifico dell'aria costante.

1) La portata in m³/sec. "Q" è direttamente proporzionale al rapporto del numero di giri:

$$Q_1 = Q \frac{n_1}{n}$$

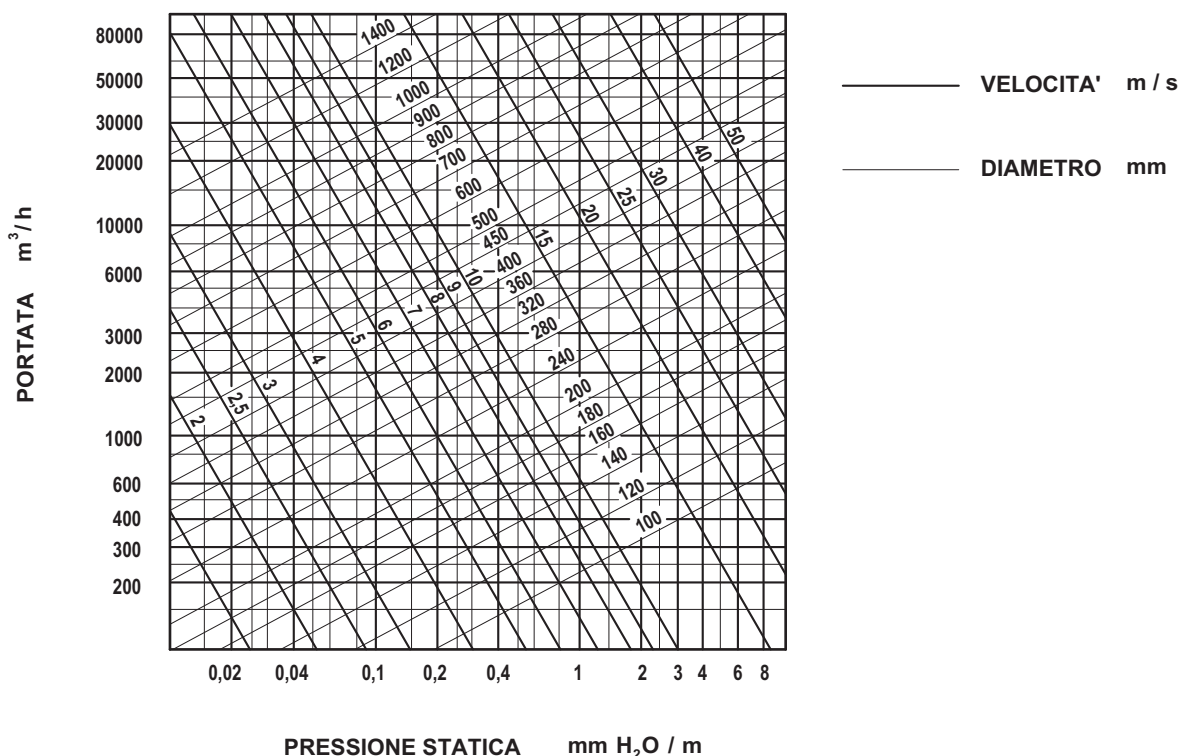
2) La pressione totale in mm H₂O "Pt" è direttamente proporzionale al quadrato del rapporto del numero di giri:

$$Pt_1 = Pt \left(\frac{n_1}{n} \right)^2$$

3) La potenza assorbita dal ventilatore in kW "W" è direttamente proporzionale al cubo del rapporto numero giri:

$$W_1 = W \left(\frac{n_1}{n} \right)^3$$

Qualora il ventilatore fosse canalizzato (è il caso di molti ventilatori centrifughi) è determinante conoscere la disposizione e le dimensioni della rete dei condotti per calcolare la pressione che il ventilatore deve vincere. Allo scopo si tenga presente il seguente diagramma che esprime le perdite di carico in mm H₂O per metro di condotto nelle tubazioni diritte circolari in lamiera zincata in funzione della portata e della velocità dell'aria.



Nella scelta e dimensionamento dei canali per un primo orientamento di carattere generale si tengano presenti questi punti:

- 1) per convogliare una certa quantità d'aria in un condotto ad ampia sezione sono necessarie pressioni e velocità minori rispetto a quelle richieste nello spingere la medesima quantità d'aria in condotti di pari lunghezza (e percorso) ma di piccola sezione.
- 2) le curve ad angolo retto sono superate dall'aria con maggiori perdite rispetto a quelle ad ampio raggio.
- 3) i cambiamenti di sezione, le curve o le diramazioni se necessarie dovranno essere "dolci".

Nei casi di estrazione di fumi o polveri il metodo dei ricambi d'aria risulta normalmente antieconomico e insufficiente. L'eliminazione all'origine delle cause d'inquinamento mediante l'impiego di cappe viene ad essere la soluzione ottimale. La scelta della velocità di aspirazione in questo tipo di estrazioni è di primaria importanza poiché si dovrà impedire la diffusione nell'ambiente dei fumi e delle polveri, e la stessa dovrà essere superiore alla velocità di deposito dei diversi tipi di particelle.

Allo scopo si tengano presenti i valori della velocità, generalmente ammessi, riportati nella seguente tabella:

| | | |
|-------------------------------|------------|--|
| Cappe per elettrolisi | 0,75 (m/s) | all'entrata della cappa |
| Cappe per saldatura elettrica | 0,75 (m/s) | all'entrata della cappa |
| Cappe per cucine | 0,75 (m/s) | all'entrata della cappa |
| Cappe per verniciatura | 0,75 (m/s) | all'altezza di respirazione dell'operatore |
| Cappe per sabbiatura | 0,75 (m/s) | alle entrate |

Velocità d'aria minime consigliate in assenza di norme locali differenti

SEZIONE E NUMERO DELLE CINGHIE: Il numero delle cinghie e la sezione delle stesse dovrà essere stabilita in relazione alla potenza da trasmettere, alle condizioni di esercizio e alla natura del carico.

SCELTA DI UN VENTILATORE

Nel caso della ventilazione d'ambiente la scelta del ventilatore si può effettuare in relazione alla volumetria dei locali e al numero di ricambi per ora previsti negli stessi. Infatti la quantità d'aria può essere stabilita in base al numero di volte che in un'ora l'aria contenuta in un ambiente dovrebbe essere completamente ricambiata con altra aria fresca, si avrà:

$$Q = V \times R$$

dove:

- Q = Portata del ventilatore in m³/h
- V = Volume dell'ambiente da aerare in m³
- R = Numero dei ricambi per ora.

Sono consigliati i seguenti ricambi d'aria per ora tenuto conto di quanto segue:

- con 8 ricambi per ora si ha l'eliminazione dell'inquinamento causato dalle persone
- dove si fuma i valori devono essere raddoppiati
- nei climi tropicali i valori devono essere maggiorati di 2-4 volte.

RICAMBI D'ARIA PER ORA

| | | | |
|---------------------|-------|------------------------------|-------|
| Abitazione | 1-2 | Camere oscure (fotografiche) | 10-15 |
| Cucine d'abitazione | 10-15 | Laboratori | 4-6 |
| Aule scolastiche | 2-3 | Lavanderie | 20-30 |
| Cucine industriali | 15-20 | Toilette | 10-15 |
| Forni da pane | 20-30 | Piscine | 20-30 |
| Bar | 10-15 | Fabbriche in genere | 6-10 |
| Mense | 4-6 | Fonderie | 20-30 |
| Ristoranti | 6-10 | Fornaci | 30-60 |
| Sale da riunione | 4-10 | Locali per la verniciatura | 30-60 |
| Sale da ballo | 6-8 | Sale macchine e caldaie | 20-30 |
| Sale da gioco | 6-8 | Fungaie | 10-20 |
| Teatri | 10-15 | Pollai | 6-10 |
| Cinema | 10-15 | Porcilaie | 6-10 |
| Chiese | 1-2 | Stive per navi | 6-10 |
| Banche | 2-4 | Stive per frutta | 20-30 |
| Ospedali | 4-6 | Stive per uova, carne... | 10-20 |
| Autorimesse | 6-8 | Cuccette | 10-20 |

b) Variazione del peso specifico "y" dell'aria con la velocità di rotazione costante.

1) La portata "Q" rimane costante.

2) La pressione "Pt" e la potenza "W" sono direttamente proporzionali al rapporto dei pesi specifici:

$$Pt_1 = Pt \frac{y_1}{y} \quad W_1 = W \frac{y_1}{y}$$

3) Il peso specifico dell'aria al variare della temperatura si ricava dalla seguente relazione:

$$y = 1,293 \frac{273}{273 + t}$$

dove:

y = peso specifico dell'aria, espresso in kg/m³, alla temperatura di "t" °C.

1,293 = peso specifico dell'aria alla temperatura di 0 °C

t = temperatura dell'aria in °C

273 = zero assoluto.

CALCOLO DELLE TRASMISSIONI

RAPPORTO DI TRASMISSIONE: Il rapporto di trasmissione "K" necessario per determinare i parametri delle trasmissioni si ricava dalla formula:

$$K = \frac{n}{N}$$

dove:

N = giri al minuto della puleggia maggiore.

n = giri al minuto della puleggia minore.

DIAMETRI DELLE PULEGGE: i diametri delle pulegge sono anch'essi legati al rapporto di trasmissione secondo le seguenti formule:

$$D = d \times K \quad d = \frac{D}{K}$$

dove:

D = diametro della puleggia maggiore.

d = diametro della puleggia minore.

Nota bene: E' consigliabile mantenere la velocità periferica entro il valore di 25 m/sec (max 30 m/sec), si può eseguire una verifica con la formula:

$$V = \frac{0,052 \times d \times n}{1000}$$

INTERASSE: nel caso l'interasse non venga stabilito dalle condizioni d'impianto lo si può ricavare rispettivamente:

1) qualora il rapporto di trasmissione "K" fosse compreso tra 1 e 2, l'interasse "i" dovrà essere maggiore o uguale al valore determinato dalla formula:

$$i = \frac{(K + 1) d}{2} + d$$

2) qualora il rapporto di trasmissione "K" fosse maggiore di 3 l'interasse "i" dovrà essere superiore al diametro della puleggia maggiore.

Per determinare la quantità d'aria (o portata) che il ventilatore deve garantire per ottenere la velocità prescelta si tenga presente la seguente formula:

$$Q = V \times S \times 3600 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

dove:

Q = portata d'aria espressa in m³/h

V = velocità d'estrazione consigliata espressa in m/s

S = superficie della cappa in m²

Nei casi di trasporto di materiale in miscela con aria dovrà essere rivolta particolare attenzione alla scelta del tipo di ventilatore, che dovrà risultare compatibile con il tipo di materiale trasportato. Per le velocità di trasporto si tenga presente, per un primo orientamento, la seguente tabella:

| Materiale | VELOCITA' m/sec | Materiale | VELOCITA' m/sec |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Cascame tessile | 7,5 | Polveri di metalli | 15 |
| Carbone fine | 20 | Polvere di gomma | 10 |
| Farina | 15 | Polvere di iuta | 10 |
| Segatura | 15 | Polvere di grano | 10 |
| Trucioli o schegge di legno | 18 | Polvere di piombo | 25 |
| Trucioli fini d'ottone | 20 | Polvere di marmo | 23 |

N.B. : Per concentrazioni elevate di materiale in miscela con aria e per grandi quantità dello stesso sarà indispensabile aumentare le velocità indicate.

FILTRAZIONI DELL'ARIA

In tutti quei casi di aspirazione di materiale ove le particelle in sospensione possono danneggiare i procedimenti di lavorazione o l'apparato respiratorio dell'uomo, è necessario separare dall'aria stessa ogni elemento che la contamina. Inoltre nei casi di particelle in sospensione particolarmente inquinanti o di notevole dimensione si rende indispensabile una filtrazione dell'aria perchè un'espulsione diretta nell'atmosfera risulterà senz'altro pernicioso e proibita. Gli apparati in uso per la purificazione dell'aria in funzione della dimensione e del tipo di particelle da separare si possono dividere in cinque gruppi:

- 1) Camere a spruzzo d'acqua e di deposito: sono indicate per tutte le polveri industriali molto pesanti e per l'abbattimento di vapori di verniciatura.
- 2) Cicloni: vengono impiegati per polveri industriali come segatura etc., sino alle polveri relativamente leggere come farina etc.
- 3) Filtri: trovano il loro impiego per la filtrazione di polveri leggere.
- 4) Filtri elettrostatici: sono indicati per polveri molto fini, per le esalazioni leggere e microimpurità atmosferiche permanenti.
- 5) Sterilizzatori d'aria: il loro precipuo impiego è nella eliminazione di batteri e in tutti quei casi dove sia richiesta una sterilizzazione dell'aria.

VARIAZIONE DELLE PRESTAZIONI AL VARIARE DELLA TEMPERATURA E DELL'ALTITUDINE

Le tabelle e i diagrammi di resa dei ventilatori hanno valore per una densità dell'aria di 1,226 Kg/m³, ad una pressione di 760 mm Hg (corrispondente al livello del mare) e a una temperatura di 15° C. Per condizioni diverse di temperature ed altitudine è necessario correggere la pressione richiesta moltiplicandola per il fattore "k" prima di selezionare il ventilatore nei diagrammi dal catalogo. La potenza assorbita nelle reali condizioni di funzionamento si ottiene dividendo per "k" quella letta nel diagramma.

Il coefficiente di correzione "k" ai diversi valori di altitudine e temperatura si può agevolmente leggere nella seguente tabella.

| Temp, in °C | -40 | -20 | 0 | +20 | +40 | +60 | +80 | +100 | +150 | +200 | +250 | +300 | +350 | +400 | +450 | +500 | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Altitudine in metri s.l.m. | 0 | 0,79 | 0,86 | 0,93 | 1,00 | 1,07 | 1,14 | 1,20 | 1,27 | 1,44 | 1,61 | 1,78 | 1,96 | 2,13 | 2,30 | 2,47 | 2,64 |
| | 250 | 0,81 | 0,88 | 0,95 | 1,02 | 1,09 | 1,16 | 1,23 | 1,30 | 1,48 | 1,65 | 1,83 | 2,00 | 2,18 | 2,35 | 2,53 | 2,70 |
| | 500 | 0,83 | 0,91 | 0,98 | 1,05 | 1,12 | 1,19 | 1,27 | 1,34 | 1,52 | 1,70 | 1,88 | 2,05 | 2,23 | 2,41 | 2,59 | 2,77 |
| | 750 | 0,86 | 0,93 | 1,00 | 1,08 | 1,15 | 1,22 | 1,30 | 1,37 | 1,56 | 1,74 | 1,92 | 2,11 | 2,28 | 2,48 | 2,66 | 2,84 |
| | 1000 | 0,88 | 0,95 | 1,03 | 1,11 | 1,18 | 1,26 | 1,33 | 1,41 | 1,60 | 1,79 | 1,98 | 2,17 | 2,35 | 2,54 | 2,73 | 2,92 |
| | 1500 | 0,93 | 1,01 | 1,09 | 1,17 | 1,25 | 1,33 | 1,41 | 1,49 | 1,69 | 1,89 | 2,09 | 2,29 | 2,49 | 2,69 | 2,89 | 3,09 |
| | 2000 | 0,99 | 1,07 | 1,16 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,49 | 1,58 | 1,79 | 2,00 | 2,21 | 2,42 | 2,64 | 2,85 | 3,06 | 3,27 |
| | 2500 | 1,05 | 1,14 | 1,23 | 1,32 | 1,41 | 1,50 | 1,59 | 1,68 | 1,90 | 2,13 | 2,35 | 2,58 | 2,80 | 3,03 | 3,26 | 3,48 |
| | 3000 | 1,12 | 1,22 | 1,31 | 1,41 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,79 | 2,03 | 2,27 | 2,51 | 2,76 | 3,00 | 3,24 | 3,48 | 3,72 |

NORME PER LE ORDINAZIONI

Ai fini di una corretta individuazione del tipo di ventilatore per facilitare il lavoro del nostro ufficio commerciale in sede d'ordine si tengano presenti i seguenti punti:

1) TIPO DI VENTILATORE SCELTO CON LE CARATTERISTICHE SPECIFICATE DI:

- Portata.
- Pressione.
- Numero di giri.
- Tensione di alimentazione.
- Frequenza.

2) ORIENTAMENTO

3) ESECUZIONI COSTRUTTIVE

4) POSIZIONE DEL MOTORE

5) EVENTUALI ACCESSORI A RICHIESTA

- Controflangia premente.
- Controflangia aspirante.
- Trasmissione completa di pulegge e cinghie.
- Portello d'ispezione.
- Esecuzione antideflagrante ADPE, a norme ATEX.
- Esecuzione alta temperatura.