



GUIDA TECNICA

Glossario

Abbreviazioni	
A	superficie bocca premente [m ²]
c	velocità dell'aria [m/sec]
g	accelerazione di gravità pari a 9,81 m/sec ²
Pa	potenza assorbita [kW]
pb	pressione barometrica [mmHg]
pd	pressione dinamica [kgf/m ²]
ps	pressione statica [kgf/m ²]
pt	pressione totale [kgf/m ²]
t	temperatura dell'aria [°C]
V	portata [m ³ /min]
m.s.l.m.	metri sul livello del mare [mt]

Simboli	
g	peso specifico aria [kg/m ³]
h	rendimento %

Costanti	
1,226	peso specifico dell'aria a +15 °C e 0 m.s.l.m. [kg/m ³]
1,293	peso specifico dell'aria a 0 °C e 0 m.s.l.m. [kg/m ³]
760	pressione barometrica a 0 m.s.l.m. [mmHg]

Calcolo caratteristiche principali

Portata

E' rappresentata dal volume di fluido aspirato dal ventilatore nell'unità di tempo.

Si può calcolare con le seguenti formule:

- rilevando la pressione dinamica (pd) con manometro

$$V = A \cdot \sqrt{\frac{pd \cdot 2g}{\gamma}} \cdot 60$$

- rilevando la velocità dell'aria (c) con anemometro

$$V = A \cdot c \cdot 60$$

Pressione

La pressione generata da un ventilatore, definita **totale** (pt), rappresenta la somma di due pressioni distinte: **statica** (ps) + **dinamica** (pd).

$$pt = ps + pd$$

La pressione statica (ps) è l'energia potenziale atta a vincere le resistenze opposte 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.

$$pd = \frac{c^2}{2g} \cdot \gamma$$

Rendimento

E' il rapporto fra l'energia fornita dal ventilatore al fluido e l'energia spesa dalla sorgente esterna per azionare il ventilatore stesso.

$$\eta = \frac{V \cdot pt}{61,2 \cdot Pa}$$

Potenza assorbita

Misurata in kW, esprime la potenza meccanica che il ventilatore richiede al motore per poter fornire una certa portata d'aria con una determinata pressione.

$$Pa = \frac{V \cdot pt}{61,2 \cdot \eta}$$

Rapporto tra le caratteristiche

Le caratteristiche principali sono legate dalla relazione:

$$V \cdot pt = Pa \cdot \eta \cdot 61,2$$

Riassumendo, si possono dedurre quattro equazioni molto importanti nelle applicazioni pratiche:

$$V = \frac{Pa \cdot \eta \cdot 61,2}{pt}$$

$$pt = \frac{Pa \cdot \eta \cdot 61,2}{V}$$

$$\eta = \frac{V \cdot pt}{61,2 \cdot Pa}$$

$$Pa = \frac{V \cdot pt}{61,2 \cdot \eta}$$

Condizioni di esercizio

Variazione delle prestazioni

Nelle applicazioni pratiche possono presentarsi situazioni particolari in cui sia necessario variare le prestazioni del ventilatore: nel caso in cui il sistema necessiti di più o meno portata oppure la pressione statica effettiva non risulti pari a quella di progetto; in questi casi è importante capire quanto influiscono queste variazioni sul profilo prestazionale della macchina.

Gli effetti prodotti dalle variazioni di velocità di rotazione si possono calcolare con le equazioni riportate nella tabella seguente

Variazioni di temperatura ed altitudine

Le caratteristiche riportate nel catalogo **cimme** fanno riferimento al funzionamento con aria a +15 °C e 0 m.s.l.m. Nel caso in cui le condizioni di esercizio siano differenti rispetto a quelle standard, è necessario convertire le prestazioni richieste alle condizioni standard (+15 °C e 0 m.s.l.m.) con le equazioni riportate nella tabella seguente.

Premesso che il peso specifico dell'aria si ricava da:

$$\gamma = 1,293 \cdot \left(\frac{273}{273 + t} \right) \cdot \frac{pb}{760}$$

Grandezza	Equazione
Portata	$V_2 = V_1 \cdot \frac{n_2}{n_1}$
Pressione	$pt_2 = pt_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2$
Potenza assorbita	$Pa_2 = Pa_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3$

Grandezza	Equazione
Pressione	$pt_2 = pt_1 \cdot \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$
Potenza assorbita	$Pa_2 = Pa_1 \cdot \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$
Potenza all'avviamento	$Pavv_2 = Pavv_1 \cdot \frac{pb_2}{pb_1}$

Coefficienti di correzione per altitudine e temperatura

Temp. aria [°C]	Peso specifico aria [Kg/m³]	Altitudine [m.s.l.m.]									
		0	200	400	600	1000	1500	2000	2500	3000	4000
		Pressione barometrica [mmHg]									
		760	742	724	707	674	634	598	560	530	470
-40	1,515	1,236	1,206	1,177	1,150	1,096	1,031	0,972	0,911	0,862	0,764
-20	1,395	1,138	1,111	1,084	1,059	1,009	0,949	0,895	0,839	0,794	0,704
0	1,293	1,055	1,030	1,005	0,981	0,935	0,880	0,830	0,777	0,735	0,652
15	1,226	1,000	0,976	0,952	0,930	0,887	0,834	0,787	0,737	0,697	0,618
20	1,205	0,983	0,959	0,936	0,914	0,871	0,820	0,773	0,724	0,685	0,608
40	1,128	0,920	0,898	0,876	0,856	0,816	0,767	0,724	0,678	0,641	0,569
60	1,060	0,865	0,844	0,824	0,804	0,767	0,721	0,680	0,637	0,603	0,535
80	1,000	0,816	0,796	0,777	0,759	0,723	0,680	0,642	0,601	0,569	0,504
100	0,946	0,772	0,754	0,735	0,718	0,685	0,644	0,607	0,569	0,538	0,477
125	0,887	0,723	0,706	0,689	0,673	0,642	0,603	0,569	0,533	0,504	0,447
150	0,834	0,681	0,665	0,648	0,633	0,604	0,568	0,536	0,502	0,475	0,421
175	0,788	0,643	0,627	0,612	0,598	0,570	0,536	0,506	0,474	0,448	0,397
200	0,746	0,609	0,594	0,580	0,566	0,540	0,508	0,479	0,449	0,424	0,376
225	0,709	0,578	0,564	0,551	0,538	0,513	0,482	0,455	0,426	0,403	0,358
250	0,675	0,551	0,537	0,524	0,512	0,488	0,459	0,433	0,406	0,384	0,340
275	0,644	0,525	0,513	0,501	0,489	0,466	0,438	0,413	0,387	0,366	0,325
300	0,616	0,502	0,491	0,479	0,467	0,446	0,419	0,395	0,370	0,350	0,311
350	0,567	0,462	0,451	0,440	0,430	0,410	0,386	0,364	0,341	0,322	0,286
400	0,525	0,428	0,418	0,408	0,398	0,379	0,357	0,337	0,315	0,298	0,265
450	0,488	0,398	0,389	0,379	0,370	0,353	0,332	0,313	0,293	0,278	0,246
500	0,457	0,372	0,364	0,355	0,346	0,330	0,311	0,293	0,274	0,260	0,230
600	0,404	0,330	0,322	0,314	0,307	0,292	0,275	0,260	0,243	0,230	0,204
700	0,363	0,296	0,289	0,282	0,275	0,262	0,247	0,233	0,218	0,206	0,183
800	0,329	0,268	0,262	0,256	0,250	0,238	0,224	0,211	0,198	0,187	0,166

Esempi di calcolo

Variazione delle prestazioni

Prendiamo in esame una richiesta per un ventilatore previsto per trasporto di aria pulita con le seguenti caratteristiche a condizioni standard (+15 °C e 0 m.s.l.m.):

$$V = 400 \text{ m}^3/\text{min} \quad pt = 105 \text{ kgf/m}^2$$

- In base alle caratteristiche ed al tipo d'impiego si seleziona a catalogo il modello STANDARD il quale in corrispondenza delle caratteristiche richieste ruota a 1120 rpm ed assorbe 9 kW di potenza.

- Dopo l'installazione si vuole incrementare il flusso dell'aria a 500 m³/min.

- I valori conosciuti sono:

$$\begin{array}{ll} V_1 = 400 \text{ m}^3/\text{min} & pt_1 = 105 \text{ kgf/m}^2 \\ Pa_1 = 9 \text{ kW} & n_1 = 1120 \text{ rpm} \\ V_2 = 500 \text{ m}^3/\text{min} & \end{array}$$

- I valori sconosciuti:

$$\begin{array}{ll} pt_2 = ??? & Pa_2 = ??? \\ n_2 = ??? & \end{array}$$

- Per calcolare i valori sconosciuti si utilizzano le equazioni riportate al paragrafo "Variazione di prestazioni":

$$n_2 = \frac{500}{400} \cdot 1120 = 1.400 \text{ [rpm]}$$

$$pt_2 = 105 \cdot \left(\frac{1400}{1120}\right)^2 = 164 \text{ [kgf/m}^2\text{]}$$

$$Pa_2 = 9 \cdot \left(\frac{1400}{1120}\right)^3 = 17,6 \text{ [kW]}$$

- Dai risultati dei calcoli si deduce che per poter utilizzare lo stesso ventilatore per ottenere un flusso d'aria di 500 m³/min è necessario incrementare la velocità da 1120 a 1400 rpm e la potenza da 9 a 17,6 kW.

N.B.: E' importante comunque verificare se la velocità di rotazione ottenuta dall'elaborazione non eccede la velocità massima consentita dal ventilatore in oggetto.

Variazione di temperatura ed altitudine

Prendiamo in esame un ventilatore modello STANDARD, il quale debba garantire una portata di 300 m³/min con una pressione di 70 kgf/m² alla temperatura di +200 °C e 1000 m.s.l.m. .

Questa macchina non funziona alle condizioni standard, quindi prima di effettuare la selezione è necessario convertire le caratteristiche in riferimento ad una temperatura di +15 °C e 0 m.s.l.m.

- Utilizzando le formule del paragrafo "Variazioni di temperatura ed altitudine" è necessario innanzitutto determinare il peso specifico dell'aria a +200 °C e 1000 m.s.l.m.:

$$\gamma = 1,293 \cdot \left(\frac{273}{273 + 200}\right) \cdot \frac{670}{760} = 0,657 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

dopo di che si può determinare il valore di pressione, a condizioni standard, necessario per garantire le caratteristiche richieste nelle condizioni ambientali specificate:

$$pt = 70 \cdot \frac{1,226}{0,657} = 131 \text{ [kgf/m}^2\text{]}$$

- Lo stesso risultato si può ottenere sfruttando il fattore di correzione:

$$pt = \frac{70}{0,540} = 130 \text{ [kgf/m}^2\text{]}$$

- Esaminando la curva di funzionamento in corrispondenza della portata richiesta e della pressione calcolata, si può dedurre:

la velocità di rotazione pari a 1120 rpm

la potenza assorbita (che in condizioni standard corrisponde alla potenza all'avviamento a freddo) pari a 9 kW

- Il valore di potenza assorbita letto dalla curva è riferito alle condizioni standard, per ottenere il valore effettivo di potenza assorbita utilizzare la formula:

$$Pa = 9 \cdot 0,540 = 4,86 \text{ [kW]}$$

mentre la potenza all'avviamento a freddo è influenzata solamente dall'altitudine:

$$P_{avv} = 9 \cdot \frac{670}{760} = 7,98 \text{ [kW]}$$

Conclusioni: per ottenere un flusso d'aria di 300 m³/min con 70 kgf/m² di pressione è necessario selezionare un ventilatore in grado di fornire a condizioni standard 300 m³/min con 130 kgf/m² di pressione.

Rumorosità

Definizione

Il suono è l'effetto di un'onda di pressione che si propaga attraverso strati di aria alla velocità di 344 m/sec.

Queste onde si quantificano facendo riferimento al loro contenuto energetico, ossia alla potenza relativa incidente su una certa superficie e viene misurata in Watt/m².

Il suono più debole percettibile dall'orecchio umano è pari a 10⁻¹² W/m², corrispondenti ad un piconW/m² (pW/m²), valore alquanto scomodo da riportare sulla scala di uno strumento lineare. Per ovviare a questo inconveniente è stata applicata una scala logaritmica con unità di misura "Bel" la quale esprime i valori di pW/m² in potenze di 10 (es.: 10¹² = 12 Bel; 10⁶ = 6 Bel), ottenendo così una scala più pratica ma più grossolana, pertanto si è preferito fare riferimento alla decima parte del Bel (decibel dB) la quale permette di avere sotto controllo tutta la gamma di rumori udibili con un'ampiezza di 140 gradini.

Intensità del rumore		Rumori tipici
[pW/m ²]	[dBA]	
1.000.000.000.000	120	Motori di jet
100.000.000.000	110	
10.000.000.000	100	Officina, presse
1.000.000.000	90	
100.000.000	80	Laboratori di assemblaggio
10.000.000	70	
1.000.000	60	Ufficio
100.000	50	
10.000	40	Stanza silenziosa
1.000	30	
100	20	Sera in zona solitaria
10	10	
1	0	Limite dell'udibile

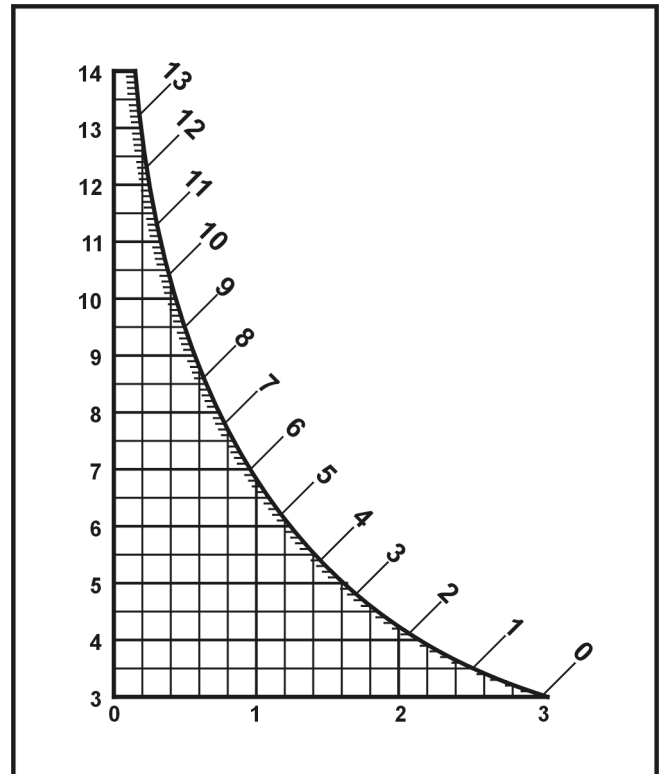
Somma di livelli in dB

In quanto l'intensità di rumore si esprime in unità logaritmiche, per valutare l'effetto combinato di due o più sorgenti di rumore è necessario l'ausilio di un nomogramma (rappresentato in figura qui di seguito):

- la scala verticale corrisponde alla differenza numerica tra il livello totale ed il livello minore
- la scala orizzontale corrisponde alla differenza numerica tra il livello totale ed il livello maggiore
- la scala sulla curva corrisponde alla differenza numerica tra i due livelli da sommare

Esempi di calcolo

- Calcolare il livello di rumore complessivo di due macchine aventi livello di rumore pari a 90 ed 80 dBA



La differenza numerica è pari a $90 - 80 = 10$

Si individua il valore 10 sulla scala curva e si legge il corrispondente valore sulla scala orizzontale (pari a 0,4) il quale rappresenta la differenza numerica tra il totale ed il livello maggiore, quindi:

$$0,4 = Totale - 90 \text{ da cui } Totale = 0,4 + 90 = 90,4$$

in alternativa, si individua il valore 10 sulla scala curva e si legge il corrispondente valore sulla scala verticale (pari a 10,4) il quale rappresenta la differenza numerica tra il totale ed il livello minore, quindi:

$$10,4 = Totale - 80 \text{ da cui } Totale = 10,4 + 80 = 90,4$$

- Calcolare il livello di rumore di una macchina sapendo che il rumore di fondo più rumore macchina è pari a 85 dBA ed il solo rumore di fondo è pari a 80 dBA.

La differenza tra i due valori è pari a $85 - 80 = 5$

Si individua il valore 5 sulla scala verticale e si legge il corrispondente valore sulla scala curva (pari a 3,4) il quale rappresenta la differenza numerica tra i due livelli da sommare, quindi:

$$3,4 = Macchina - 80 \text{ da cui } Macchina = 3,4 + 80 = 83,4$$

Velocità dell'aria nei condotti

Dopo che la cappa ha rimosso i fumi o le polveri dalla postazione di lavoro, la velocità dell'aria deve essere tale che il materiale aspirato non intasi le tubazioni. Qui di seguito sono riportate le velocità dell'aria tipiche per diversi materiali.

Equazioni di riferimento $V = A \cdot c \cdot 60$ $pd = \frac{c^2}{2g} \cdot \gamma$

Polvere, fumo, trucioli, ...	m/sec
Abrasivi	20÷25
Allumina	20÷25
Amido	15÷20
Argilla	20÷23
Bauxite	20÷25
Bronzo	25
Caffè	18
Calcare	20÷25
Calce	20
Carbon fossile	20÷22
Carbone di legna	20÷25
Carbonio	20÷23
Carta	30
Cemento	20÷25
Ceramica	20-22
Cereali	16÷19
Cioccolato	20
Cosmetici	20
Cotone	15÷20

Polvere, fumo, trucioli, ...	m/sec
Cromo	25
Cuoio	15÷20
Detersivi	20
Farina	15÷20
Ferro	20÷22
Fertilizzanti	20÷25
Fuliggine	20÷25
Gesso idrato	20
Gomma	17÷20
Grafite	20÷25
Granito	20÷25
Imballaggi e confezionamento	20
Legno	20÷24
Lievito	20÷23
Manganese	25
Mangimi e granaglie	15÷20
Marmo	20÷25
Materie plastiche	19÷24
Materiali metallici	25÷35

Polvere, fumo, trucioli, ...	m/sec
Molatura, lucidatura e affilat.	18÷25
Ossido di alluminio	20÷25
Ossido di ferro	20÷25
Ossido di piombo	28
Ossido di zinco	18÷21
Pietra	25
Pigmenti di vernici	15÷20
Prodotti chimici	17÷20
Quarzo	25
Sapone	15÷20
Silice	28
Smerigliatura pelle	18÷23
Solventi	12÷17
Sostanza tossica	15÷25
Sughero	15÷17
Tabacco	20
Talco e steatite	20÷25
Vetro	20÷25
Zucchero	20

Frequenza ricambi

Il volume di aria di ricambio di una determinata area può essere facilmente determinato con il metodo di ricambio dell'aria. Questo calcolo è raccomandato solo per applicazioni dove non è necessario il controllo di ambienti pericolosi, ad alta temperatura od odorosi. La procedura di calcolo consiste nel rilevare il numero dei ricambi in base al tipo di ambiente, successivamente calcolare la portata d'aria con l'equazione:

VA = volume ambiente, r = numero ricambi per ora. $V = \frac{VA \cdot r}{h \cdot 60}$

Ambiente	ric./ora
Allevamenti ovicoli	8÷15
Allevamenti bovini e suini	15÷25
Atri d'albergo - Sale - Corridoi	4
Autorimesse (parcheggio)	8
Autorimesse (riparazioni)	10÷20
Bagni - Docce	6
Bagni galvanici	25÷30
Banche	4
Caffè - Bar	10
Carpenterie - Saldature	10÷12
Cartiere	15÷20
Centrali termiche	50÷60
Chiese	10÷15
Cinema - Teatri	10÷15
Colorifici	15÷20
Concerie (essiccazione pelli)	35
Concerie (lavorazione)	18
Cromatura (locali)	6÷10
Fabbrica gomme	10÷20
Fabbrica paste alimentari	6÷10
Fabbrica prodotti chimici	15÷20

Ambiente	ric./ora
Fabbriche in genere	6÷10
Falegnamerie	6÷15
Filature - Tessiture	5
Fonderie	20÷30
Forni da pane (locali con)	20÷30
Forni elettrici (locali con)	30
Forni industriali (locali con)	20
Fucine	20÷30
Fungaie	10÷20
Grandi magazzini	6÷20
Latte (lavorazione)	15
Lavanderie - Tintorie	20÷30
Macchine e caldaie (locali con)	20÷30
Magazzini per merci deperibili	15
Magazzini per merci non deperib.	5
Manifatture tabacchi	12
Mense	4÷6
Motori (locali con)	5÷10
Mulini	15÷30
Negozi vari	5

Ambiente	ric./ora
Officine	6÷10
Ospedali	6
Palestre	10÷20
Piscine	20÷30
Pompe (locali con)	6÷12
Ristoranti (cucine)	20÷40
Ristoranti (locali)	12
Sale d'aspetto	10
Sale da ballo	8÷16
Sale da gioco	10÷20
Sale di riunione	6÷8
Sale per convegni	10÷20
Scuole	6
Stabilimenti (polverosi)	10÷20
Stabilimenti metallurgici	5÷10
Supermercati	5÷10
Tipografie	15÷25
Toilette	30
Trasformatori (locali con)	12÷30
Uffici tecnici	15

Conversione tra velocità dell'aria e pressione dinamica

Valori riferiti a condizioni standard (+15 °C e 0 m.s.l.m.) calcolati con la formula:

$$pd = \frac{c^2}{2g} \cdot 1,226$$

per altre condizioni utilizzare l'equazione:

$$pd = \frac{c^2}{2g} \cdot \gamma$$

Velocità dell'aria m/sec	Pressione dinamica kgf/m ²
0,5	0,016
1,0	0,062
1,5	0,141
2,0	0,250
2,5	0,391
3,0	0,562
3,5	0,765
4,0	1,000
4,5	1,265
5,0	1,562
5,5	1,890
6,0	2,250
6,5	2,640
7,0	3,062
7,5	3,515
8,0	3,999
8,5	4,515
9,0	5,061
9,5	5,639
10,0	6,249
10,5	6,889
11,0	7,561
11,5	8,264

Velocità dell'aria m/sec	Pressione dinamica kgf/m ²
12,0	8,998
12,5	9,764
13,0	10,560
13,5	11,388
14,0	12,248
14,5	13,138
15,0	14,060
15,5	15,013
16,0	15,997
16,5	17,012
17,0	18,059
17,5	19,137
18,0	20,246
18,5	21,386
19,0	22,558
19,5	23,761
20,0	24,995
20,5	26,260
21,0	27,557
21,5	28,885
22,0	30,244
22,5	31,634
23,0	33,056

Velocità dell'aria m/sec	Pressione dinamica kgf/m ²
23,5	34,509
24,0	35,993
24,5	37,508
25,0	39,055
25,5	40,632
26,0	42,241
26,5	43,882
27,0	45,553
27,5	47,256
28,0	48,990
28,5	50,755
29,0	52,552
29,5	54,380
30,0	56,239
30,5	58,129
31,0	60,050
31,5	62,003
32,0	63,987
32,5	66,002
33,0	68,049
33,5	70,126
34,0	72,235
34,5	74,375
35,0	76,547

Equivalenza tra tubazioni rettangolari e tonde

a/b	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1200	1400	1600	1800	
150	210	230	245	260	275	290	300	310	320												
200	245	265	285	305	320	340	350	365	380	390	400	415									
250	275	300	325	345	365	380	400	415	430	445	455	470	480	495	505	520					
300		330	355	370	400	425	440	460	475	490	505	520	535	550	560	575	620				
350			380	410	435	455	475	495	515	535	550	565	585	600	615	625	680	725			
400				440	465	490	515	535	555	575	590	610	625	645	660	675	730	780	830	870	
450					490	520	545	565	590	610	630	650	670	685	705	720	780	835	885	935	
500						545	575	600	625	645	665	685	710	725	745	760	830	880	940	990	

N.B.: i valori riportati sono da intendersi a parità di perdita per attrito e di portata d'aria, sono calcolati con l'equazione:

$$Dq = 1,265 \cdot \frac{a^{0,6} \cdot b^{0,6}}{(a+b)^{0,2}}$$

ed arrotondati a misure "commerciali".

Esempio: la tubazione Ø 400 mm per una portata di 3200 m³/h ha una perdita di carico di 4 kgf/m² per metro. Per la stessa portata e uguale perdita di pressione si dovranno usare

tubazioni rettangolari aventi **a x b** pari a 450 x 300, oppure 250 x 550, oppure 300 x 450.

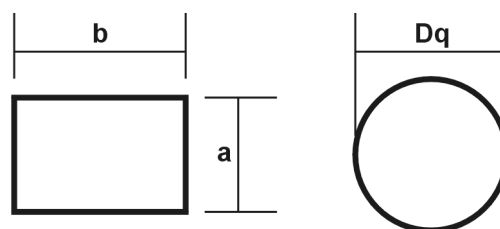


Tabella resistenze accidentali

INGRESSO E SCARICO		CURVE (segue)		BIFORCAZIONI (segue)																																										
	<table border="1"> <tr> <td>K</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,25</td> </tr> </table>	K	0,9		1,25		<table border="1"> <tr> <td>R/W</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>1</td> <td>0,5</td> <td>0,25</td> <td>0,15</td> <td>0,1</td> </tr> </table>	R/W	0,5	0,75	1	1,5	2	K	1	0,5	0,25	0,15	0,1		<table border="1"> <tr> <td>alpha</td> <td>15°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>1,2</td> </tr> </table>	alpha	15°	30°	45°	60°	90°	K	0,1	0,3	0,5	0,7	1,2													
K	0,9																																													
	1,25																																													
R/W	0,5	0,75	1	1,5	2																																									
K	1	0,5	0,25	0,15	0,1																																									
alpha	15°	30°	45°	60°	90°																																									
K	0,1	0,3	0,5	0,7	1,2																																									
	<table border="1"> <tr> <td>K</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,7</td> </tr> </table>	K	0,5		0,7		<table border="1"> <tr> <td>R/W</td> <td>0</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>1,4</td> <td>1</td> <td>0,8</td> <td>0,9</td> <td>1,1</td> <td>1,2</td> </tr> </table>	R/W	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	K	1,4	1	0,8	0,9	1,1	1,2		<table border="1"> <tr> <td>R/D</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>1,3</td> <td>0,9</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> </table>	R/D	0,5	0,75	1	1,5	K	1,3	0,9	0,8	0,6													
K	0,5																																													
	0,7																																													
R/W	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1																																								
K	1,4	1	0,8	0,9	1,1	1,2																																								
R/D	0,5	0,75	1	1,5																																										
K	1,3	0,9	0,8	0,6																																										
	<table border="1"> <tr> <td>R/phi</td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> <td>0,05</td> </tr> </table>	R/phi	0,25	0,5	0,75	K	0,2	0,1	0,05		<table border="1"> <tr> <td>R/W</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>W1/W - 0,25</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>W1/W - 0,5</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> </table>	R/W	0,5	0,75	1	2	W1/W - 0,25	0,4	0,25	0,2	0,1	W1/W - 0,5	0,5	0,3	0,2	0,1		<table border="1"> <tr> <td>alpha</td> <td>15° - 45°</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,1</td> </tr> </table>	alpha	15° - 45°	K	0,1														
R/phi	0,25	0,5	0,75																																											
K	0,2	0,1	0,05																																											
R/W	0,5	0,75	1	2																																										
W1/W - 0,25	0,4	0,25	0,2	0,1																																										
W1/W - 0,5	0,5	0,3	0,2	0,1																																										
alpha	15° - 45°																																													
K	0,1																																													
	<table border="1"> <tr> <td>alpha</td> <td>15°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> </tr> </table>	alpha	15°	30°	45°	60°	K	0,5	0,3	0,3	0,4		K = 3		<table border="1"> <tr> <td>alpha</td> <td>5°</td> <td>7,5°</td> <td>10°</td> <td>15°</td> <td>22,5°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,15</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>0,9</td> </tr> </table>	alpha	5°	7,5°	10°	15°	22,5°	30°	45°	K	0,15	0,2	0,25	0,4	0,6	0,8	0,9															
alpha	15°	30°	45°	60°																																										
K	0,5	0,3	0,3	0,4																																										
alpha	5°	7,5°	10°	15°	22,5°	30°	45°																																							
K	0,15	0,2	0,25	0,4	0,6	0,8	0,9																																							
	K = 1		K = 1,4		<table border="1"> <tr> <td>S2/S1</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,45</td> <td>0,3</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> </table>	S2/S1	0,2	0,4	0,6	0,8	K	0,45	0,3	0,2	0,1																															
S2/S1	0,2	0,4	0,6	0,8																																										
K	0,45	0,3	0,2	0,1																																										
	<table border="1"> <tr> <td>R/phi</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">K</td> <td>3 s</td> <td>1,3</td> <td>0,8</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>5 s</td> <td>1,1</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,20</td> </tr> </table>	R/phi	0,5	0,75	1	1,5	2	K	3 s	1,3	0,8	0,5	0,3	0,25	5 s	1,1	0,6	0,4	0,25	0,20		<table border="1"> <tr> <td>alpha</td> <td>10°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,7</td> <td>1</td> </tr> </table>	alpha	10°	30°	45°	90°	K	0,1	0,3	0,7	1		<table border="1"> <tr> <td>S1/S2</td> <td>0</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>1</td> <td>0,7</td> <td>0,4</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> </table>	S1/S2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	K	1	0,7	0,4	0,2	0,1
R/phi	0,5	0,75	1	1,5	2																																									
K	3 s	1,3	0,8	0,5	0,3	0,25																																								
	5 s	1,1	0,6	0,4	0,25	0,20																																								
alpha	10°	30°	45°	90°																																										
K	0,1	0,3	0,7	1																																										
S1/S2	0	0,2	0,4	0,6	0,8																																									
K	1	0,7	0,4	0,2	0,1																																									
	<table border="1"> <tr> <td>alpha</td> <td>10°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">K</td> <td>0,05</td> <td>0,2</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,7</td> <td>1</td> <td>1,4</td> </tr> </table>	alpha	10°	30°	45°	60°	90°	K	0,05	0,2	0,5	0,7	1,2	0,1	0,3	0,7	1	1,4		<table border="1"> <tr> <td>R/W</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">K</td> <td>1,1</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0,5</td> <td>0,25</td> <td>0,15</td> </tr> </table>	R/W	0,5	0,75	1	2	K	1,1	0,6	0,4	0,25	1	0,5	0,25	0,15												
alpha	10°	30°	45°	60°	90°																																									
K	0,05	0,2	0,5	0,7	1,2																																									
	0,1	0,3	0,7	1	1,4																																									
R/W	0,5	0,75	1	2																																										
K	1,1	0,6	0,4	0,25																																										
	1	0,5	0,25	0,15																																										

Perdite accidentali: $\Delta p = K \cdot pd$ (pd riferita alla velocità nel punto $\bullet \rightarrow$)

Conversioni sistema Metrico e Inglese

PORTATA								
Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
m³/s	60	m³/min	m³/h	0,0003	m³/s	l/min	0,000016	m³/s
	3600	m³/h		0,0167	m³/min		0,001	m³/min
	1000	l/s		0,2778	l/s		0,06	m³/h
	60000	l/min		16,667	l/min		0,0167	l/s
	2118,9	CFM		0,58858	CFM		0,03531	CFM
m³/min	0,0167	m³/s	l/s	0,001	m³/s	CFM	0,0004719	m³/s
	60	m³/h		0,06	m³/min		0,02832	m³/min
	16,667	l/s		3,6	m³/h		1,699	m³/h
	1000	l/min		60	l/min		0,47195	l/s
	35,315	CFM		2,1189	CFM		28,317	l/min

PRESSIONE								
Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
kgf/m²	1	mmH ₂ O	Pa	0,10215	kgf/m²	in-wg	25,4	kgf/m²
	0,07343	mmHg		0,10215	mmH ₂ O		25,4	mmH ₂ O
	9,7898	Pa		0,007501	mmHg		1,8651	mmHg
	0,0000966	Atm		0,0000099	Atm		248,66	Pa
	0,00142	psi		0,000145	psi		0,002454	Atm
	0,03937	in-wg		0,004022	in-wg		0,03607	psi
	0,002891	in-Hg		0,0002953	in-Hg		0,07343	in-Hg
mmH₂O	1	kgf/m²	Atm	10350	kgf/m²	in-Hg	345,91	kgf/m²
	0,07343	mmHg		10350	mmH ₂ O		345,91	mmH ₂ O
	9,7898	Pa		760	mmHg		25,4	mmHg
	0,0000966	Atm		101300	Pa		3386,4	Pa
	0,00142	psi		14,696	psi		0,03342	Atm
	0,03937	in-wg		407,48	in-wg		0,49115	psi
	0,002891	in-Hg		29,921	in-Hg		13,619	in-wg
mmHg	13,619	kgf/m²	psi	704,28	kgf/m²			
	13,619	mmH ₂ O		704,28	mmH ₂ O			
	133,32	Pa		51,715	mmHg			
	0,001316	Atm		6894,8	Pa			
	0,01934	psi		0,06805	Atm			
	0,53616	in-wg		27,728	in-wg			
	0,03937	in-Hg		2,036	in-Hg			

VELOCITA'								
Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
m/s	60	m/min	in/sec	0,0254	m/s	fpm	0,00508	m/s
	39,37	in/sec		1,524	m/min		0,3048	m/min
	3,2808	fps		0,0833	fps		0,2	in/sec
	196,85	fpm		5	fpm		0,0167	fps
m/min	0,0167	m/s	fps	0,3048	m/s			
	0,65617	in/sec		18,288	m/min			
	0,05468	fps		12	in/sec			
	3,2808	fpm		60	fpm			

DENSITA'								
Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
kg/m³	0,06243	lb/ft³	lb/ft³	16,02	kg/m³			

MOMENTO D'INERZIA

Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
kgm²	3417,2	lb-in ²	lb-in²	0,0002926	kgm ²	lb-ft²	0,04214	kgm ²
	23,73	lb-ft ²		0,0069	lb-ft ²		144	lb-in ²

POTENZA

Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
W	0,001	kW	kgm/sec	9,81	W	ft-lb/min	0,0226	W
	0,1019	kgm/sec		0,00981	kW		0,0000226	kW
	0,00134	HP		0,01	HP		0,0023	kgm/sec
	44,254	ft-lb/min		434,78	ft-lb/min		0,0000303	HP
	0,73756	ft-lb/s		7,2	ft-lb/s		0,0167	ft-lb/s
kW	1000	W	HP	745,7	W	ft-lb/s	1,3558	W
	101,9	kgm/sec		0,7457	kW		0,0013558	kW
	1,34	HP		76,04	kgm/sec		0,1388	kgm/sec
	44254	ft-lb/min		33000	ft-lb/min		0,0018	HP
	737,56	ft-lb/s		550	ft-lb/s		60	ft-lb/min

COPPIA

Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
Nm	0,101	kgm	lb-in	0,11298	Nm			
	8,8507	lb-in		0,01141	kgm			
	0,73756	lb-ft		0,083	lb-ft			
kgm	9,901	Nm	lb-ft	1,3558	Nm			
	87,6308	lb-in		0,1369	kgm			
	7,3026	lb-ft		12	lb-in			

VELOCITA' DI ROTAZIONE

Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
RPM	0,0167	RPS	RPS	60	RPM			

LUNGHEZZA

Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
mm	0,001	m	in	25,4	mm			
	0,03937	in		0,0254	m			
	0,003281	ft		0,0833	ft			
m	1000	mm	ft	304,8	mm			
	39,37	in		0,3048	m			
	3,2808	ft		12	in			

AREA

Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
m²	10 ⁶	mm ²	in²	645,16	mm ²	ft²	92903	mm ²
	1550	in ²		0,0006452	m ²		0,0929	m ²
	10,76	ft ²		0,006944	ft ²		144	in ²

PESO

Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
g	0,001	kg	oz	28,35	g			
	0,03527	oz		0,0284	kg			
	0,002205	lb _m		0,0625	lb _m			
kg	1000	g	lb_m	453,59	g			
	35,274	oz		0,45359	kg			
	2,2046	lb _m		16	oz			

VOLUME								
Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere	Moltiplicare	per	per ottenere
m ³	1000	l	in ³	0,0000164	m ³			
	61024	in ³		0,01639	l			
	35,315	ft ³		0,000579	ft ³			
l	0,001	m ³	ft ³	0,02832	m ³			
	61,024	in ³		28,317	l			
	0,03532	ft ³		1728	in ³			

TEMPERATURA					
per ottenere	eseguire la formula	per ottenere	eseguire la formula	per ottenere	eseguire la formula
°C	5/9 • °F - 32	°F	9/5 • °C + 32		

Definizioni di unità del sistema Metrico e Inglese

°C	gradi Celsius
CFM	piedi cubi al minuto (cubic feet per minute)
cm	centimetri
°F	gradi Fahrenheit
ft	piedi (feet)
fpm	piedi al minuto (feet per minute)
g	grammi
Hg	mercurio
HP	potenza in cavalli (horsepower)
h	ora ,tempo
in	pollici (inch)
kg	chilogrammi
km	chilometri
l	litri

lb	libre (pounds)
m	metri
min	minuti
mm	millimetri
mmH ₂ O	millimetri di colonna d'acqua
N	Newton
Nm	Newton per metro
oz	once
psi	libre per pollice quadrato (pounds per square inch)
RPM	rotazioni per minuto
RPS	rotazioni per secondo
sec	Secondi, espresso anche come "s"
W	Watts
wg	colonna d'acqua

Tabella equivalenza tra pressioni

kgf/m ²	mmHg	Pa	Atm	psi	in-wg	in-Hg
25	1,84	245	0,0024	0,0355	0,98	0,072
50	3,67	489	0,0048	0,0710	1,97	0,145
75	5,51	734	0,0072	0,1065	2,95	0,217
100	7,34	979	0,0097	0,1420	3,94	0,289
125	9,18	1224	0,0121	0,1775	4,92	0,361
150	11,01	1468	0,0145	0,2130	5,91	0,434
175	12,85	1713	0,0169	0,2485	6,89	0,506
200	14,69	1958	0,0193	0,2840	7,87	0,578
225	16,52	2203	0,0217	0,3195	8,86	0,650
250	18,36	2447	0,0242	0,3550	9,84	0,723
275	20,19	2692	0,0266	0,3905	10,83	0,795
300	22,03	2937	0,0290	0,4260	11,81	0,867
325	23,86	3182	0,0314	0,4615	12,80	0,940
350	25,70	3426	0,0338	0,4970	13,78	1,012
375	27,54	3671	0,0362	0,5325	14,76	1,084
400	29,37	3916	0,0386	0,5680	15,75	1,156
425	31,21	4161	0,0411	0,6035	16,73	1,229
450	33,04	4405	0,0435	0,6390	17,72	1,301
475	34,88	4650	0,0459	0,6745	18,70	1,373
500	36,72	4895	0,0483	0,7100	19,69	1,446
525	38,55	5140	0,0507	0,7455	20,67	1,518
550	40,39	5384	0,0531	0,7810	21,65	1,590
575	42,22	5629	0,0555	0,8165	22,64	1,662
600	44,06	5874	0,0580	0,8520	23,62	1,735

kgf/m ²	mmHg	Pa	Atm	psi	in-wg	in-Hg
625	45,89	6119	0,0604	0,8875	24,61	1,807
650	47,73	6363	0,0628	0,9230	25,59	1,879
675	49,57	6608	0,0652	0,9585	26,57	1,951
700	51,40	6853	0,0676	0,9940	27,56	2,024
725	53,24	7098	0,0700	1,0295	28,54	2,096
750	55,07	7342	0,0725	1,0650	29,53	2,168
775	56,91	7587	0,0749	1,1005	30,51	2,241
800	58,74	7832	0,0773	1,1360	31,50	2,313
825	60,58	8077	0,0797	1,1715	32,48	2,385
850	62,42	8321	0,0821	1,2070	33,46	2,457
875	64,25	8566	0,0845	1,2425	34,45	2,530
900	66,09	8811	0,0869	1,2780	35,43	2,602
925	67,92	9056	0,0894	1,3135	36,42	2,674
950	69,76	9300	0,0918	1,3490	37,40	2,746
975	71,59	9545	0,0942	1,3845	38,39	2,819
1000	73,43	9790	0,0966	1,4200	39,37	2,891
1025	75,27	10035	0,0990	1,4555	40,35	2,963
1050	77,10	10279	0,1014	1,4910	41,34	3,036
1075	78,94	10524	0,1038	1,5265	42,32	3,108
1100	80,77	10769	0,1063	1,5620	43,31	3,180
1125	82,61	11014	0,1087	1,5975	44,29	3,252
1150	84,44	11258	0,1111	1,6330	45,28	3,325
1175	86,28	11503	0,1135	1,6685	46,26	3,397
1200	88,12	11748	0,1159	1,7040	47,24	3,469

Tabella conversione temperature

-40	-40,0	-8	17,6	24	75,2	56	132,8	88	190,4	200	392,0	360	680,0
-39	-38,2	-7	19,4	25	77,0	57	134,6	89	192,2	205	401,0	365	689,0
-38	-36,4	-6	21,2	26	78,8	58	136,4	90	194,0	210	410,0	370	698,0
-37	-34,6	-5	23,0	27	80,6	59	138,2	91	195,8	215	419,0	375	707,0
-36	-32,8	-4	24,8	28	82,4	60	140,0	92	197,6	220	428,0	380	716,0
-35	-31,0	-3	26,6	29	84,2	61	141,8	93	199,4	225	437,0	385	725,0
-34	-29,2	-2	28,4	30	86,0	62	143,6	94	201,2	230	446,0	390	734,0
-33	-27,4	-1	30,2	31	87,8	63	145,4	95	203,0	235	455,0	395	743,0
-32	-25,6	0	32,0	32	89,6	64	147,2	96	204,8	240	464,0	400	752,0
-31	-23,8	1	33,8	33	91,4	65	149,0	97	206,6	245	473,0	410	770,0
-30	-22,0	2	35,6	34	93,2	66	150,8	98	208,4	250	482,0	420	788,0
-29	-20,2	3	37,4	35	95,0	67	152,6	99	210,2	255	491,0	430	806,0
-28	-18,4	4	39,2	36	96,8	68	154,4	100	212,0	260	500,0	440	824,0
-27	-16,6	5	41,0	37	98,6	69	156,2	105	221,0	265	509,0	450	842,0
-26	-14,8	6	42,8	38	100,4	70	158,0	110	230,0	270	518,0	460	860,0
-25	-13,0	7	44,6	39	102,2	71	159,8	115	239,0	275	527,0	470	878,0
-24	-11,2	8	46,4	40	104,0	72	161,6	120	248,0	280	536,0	480	896,0
-23	-9,4	9	48,2	41	105,8	73	163,4	125	257,0	285	545,0	490	914,0
-22	-7,6	10	50,0	42	107,6	74	165,2	130	266,0	290	554,0	500	932,0
-21	-5,8	11	51,8	43	109,4	75	167,0	135	275,0	295	563,0	510	950,0
-20	-4,0	12	53,6	44	111,2	76	168,8	140	284,0	300	572,0	520	968,0
-19	-2,2	13	55,4	45	113,0	77	170,6	145	293,0	305	581,0	530	986,0
-18	-0,4	14	57,2	46	114,8	78	172,4	150	302,0	310	590,0	540	1004,0
-17	1,4	15	59,0	47	116,6	79	174,2	155	311,0	315	599,0	550	1022,0
-16	3,2	16	60,8	48	118,4	80	176,0	160	320,0	320	608,0	560	1040,0
-15	5,0	17	62,6	49	120,2	81	177,8	165	329,0	325	617,0	570	1058,0
-14	6,8	18	64,4	50	122,0	82	179,6	170	338,0	330	626,0	580	1076,0
-13	8,6	19	66,2	51	123,8	83	181,4	175	347,0	335	635,0	590	1094,0
-12	10,4	20	68,0	52	125,6	84	183,2	180	356,0	340	644,0	600	1112,0
-11	12,2	21	69,8	53	127,4	85	185,0	185	365,0	345	653,0	650	1202,0
-10	14,0	22	71,6	54	129,2	86	186,8	190	374,0	350	662,0	700	1292,0
-9	15,8	23	73,4	55	131,0	87	188,6	195	383,0	355	671,0	750	1382,0

Spessori e pesi di lamiere e lastre

spessore	acciaio	alluminio	PVC	Polipropilene	Poliestere fibra di vetro
mm	kg/m ²				
0,3	2,35	0,81	0,42	0,27	0,54
0,4	2,75	0,94	0,49	0,32	0,63
0,4	3,14	1,08	0,56	0,36	0,72
0,5	3,53	1,21	0,63	0,41	0,81
0,5	3,93	1,35	0,70	0,45	0,90
0,6	4,31	1,48	0,77	0,50	0,99
0,6	4,71	1,62	0,84	0,55	1,08
0,7	5,50	1,89	0,98	0,64	1,26
0,8	6,30	2,16	1,12	0,73	1,44
0,9	7,06	2,43	1,26	0,82	1,62
1,0	7,85	2,70	1,40	0,91	1,80
1,1	8,64	2,97	1,54	1,00	1,98
1,2	9,42	3,24	1,68	1,09	2,16
1,4	11,0	3,78	1,96	1,27	2,52
1,6	12,6	4,32	2,24	1,45	2,88
1,8	14,1	4,86	2,52	1,63	3,24

spessore	acciaio	alluminio	PVC	Polipropilene	Poliestere fibra di vetro
mm	kg/m ²				
2,0	15,7	5,40	2,80	1,82	3,60
2,2	17,3	5,95	3,08	2,00	3,96
2,5	19,6	6,75	3,50	2,27	4,50
2,8	22,0	7,55	3,92	2,54	5,04
3,0	23,5	8,10	4,20	2,72	5,40
3,5	27,5	9,44	4,90	3,18	6,30
4,0	31,4	10,8	5,60	3,64	7,20
4,5	35,3	12,1	6,30	4,10	8,10
5,0	39,3	13,5	7,00	4,55	9,00
5,5	43,1	14,8	7,70	5,00	9,90
6,0	47,1	16,2	8,40	5,45	10,8
7,0	55,0	18,9	9,80	6,36	12,6
8,0	63,0	21,6	11,2	7,28	14,4
9,0	70,6	24,3	12,6	8,20	16,2
10,0	78,5	27,0	14,0	9,10	18,0