



## SISTEMI DI MISURA

	sistema tecnico	→ moltiplicare per	sistema internazionale	← moltiplicare per	sistema anglosassone
lunghezza	metro [m]	1	metro [m]	0.0254	pollice [in]
	metro [m]	1	metro [m]	0.3048	piede [ft]
area	metro quadrato [m <sup>2</sup> ]	1	metro quadrato [m <sup>2</sup> ]	0.00064516	pollice quadrato [in <sup>2</sup> ]
	metro quadrato [m <sup>2</sup> ]	1	metro quadrato [m <sup>2</sup> ]	0.09290304	piede quadrato [ft <sup>2</sup> ]
volume	metro cubo [m <sup>3</sup> ]	1	metro cubo [m <sup>3</sup> ]	16.387064·10 <sup>-6</sup>	pollice cubo [in <sup>3</sup> ]
	metro cubo [m <sup>3</sup> ]	1	metro cubo [m <sup>3</sup> ]	0.028316846	piede cubo [ft <sup>3</sup> ]
massa	kilogrammo [kg]	1	kilogrammo [kg]	0.45359237	libbra [lb]
forza, peso	kilogrammo [kg]	9.80665	Newton [N]	4.448221615	libbra [lb]
lavoro, energia	kilogrammetro [kg·m]	9.80665	Joule [J]	1.355817948	lb·ft
potenza	cavallo vapore [CV]	735.5	Watt [W]	745.7	horse power [HP]
	sistema tecnico	← dividere per	sistema internazionale	→ dividere per	sistema anglosassone

## MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

nome	simbolo	valore
esa	E	10 <sup>18</sup>
peta	P	10 <sup>15</sup>
tera	T	10 <sup>12</sup>
giga	G	10 <sup>9</sup>
mega	M	10 <sup>6</sup>
kilo	k	10 <sup>3</sup>
etto	h	10 <sup>2</sup>
deca	da	10 <sup>1</sup>
deci	d	10 <sup>-1</sup>
centi	c	10 <sup>-2</sup>
milli	m	10 <sup>-3</sup>
micro	μ	10 <sup>-6</sup>
nano	n	10 <sup>-9</sup>
pico	p	10 <sup>-12</sup>
femto	f	10 <sup>-15</sup>
atto	a	10 <sup>-18</sup>

## SCALE DI TEMPERATURA

°C = gradi Celsius o gradi centigradi

°F = gradi Fahrenheit

°K = gradi Kelvin (unità del sistema internazionale)

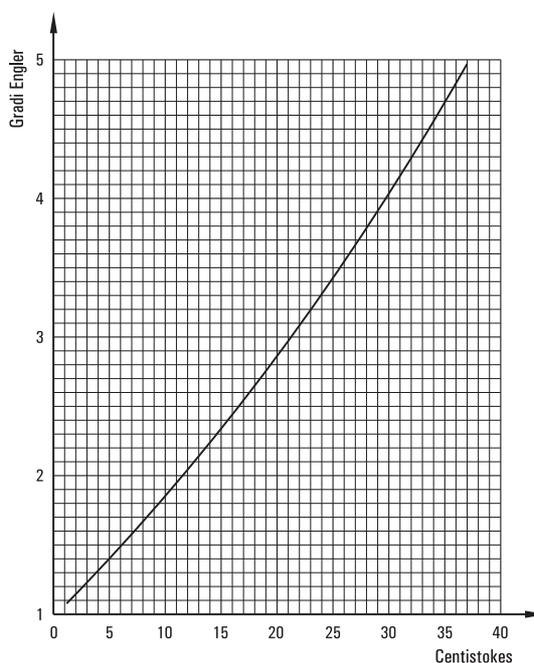
equivalenze

$$°F = (1.8 \cdot °C) + 32$$

$$°C = (°F - 32) \cdot 0.55$$

$$°K = °C + 273.15$$

## VISCOSITÀ



## UNITÀ DI PRESSIONE

*Esempio di utilizzo della tabella:* volendo convertire 25 bar in kPa, il coefficiente necessario si trova all'incrocio tra la riga "bar" e la colonna "kPa". Moltiplicare dunque 25 bar per 100 e il risultato è 2500 kPa.

da \ a	Pa	kPa	MPa	bar	mbar	kg/cm <sup>2</sup>	mm Hg	psi
Pa	1	0.001	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	0.01	10.1972·10 <sup>-6</sup>	0.00750062	0.000145038
kPa	1000	1	0.001	0.01	10	0.0101972	7.50062	0.145038
MPa	10 <sup>6</sup>	1000	1	10	10000	10.1972	7500.62	145.038
bar	10 <sup>5</sup>	100	0.1	1	1000	1.01972	750.062	14.5038
mbar	100	0.1	0.0001	0.001	1	0.00101972	0.750062	0.0145038
kg/cm <sup>2</sup>	98066.5	98.0665	0.0980665	0.980665	980.665	1	735.559	14.2233
mm Hg	133.322	0.133322	133.322·10 <sup>-6</sup>	133.322·10 <sup>-5</sup>	1.33322	0.00135951	1	0.0193368
psi	6894.76	6.89476	0.00689476	0.0689476	68.9476	0.070307	51.7149	1

## UNITÀ DI PORTATA

*Esempio di utilizzo della tabella:* volendo convertire 410 l/s in l/h, il coefficiente necessario si trova all'incrocio tra la riga "l/s" e la colonna "l/h". Moltiplicare dunque 410 l/s per 0.2777·10<sup>-3</sup> (che equivale a 0.0002777) e il risultato è 0.113857 l/h.

da \ a	m <sup>3</sup> /s	l/s	cm <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /min	l/h	l/min
m <sup>3</sup> /s	1	1000	10 <sup>6</sup>	0.2777·10 <sup>-3</sup>	16.666·10 <sup>-3</sup>	0.2777	16.666
l/s	0.001	1	1000	0.2777·10 <sup>-6</sup>	16.666·10 <sup>-6</sup>	0.2777·10 <sup>-3</sup>	16.666·10 <sup>-3</sup>
cm <sup>3</sup> /s	10 <sup>-6</sup>	0.001	1	0.2777·10 <sup>-9</sup>	16.666·10 <sup>-9</sup>	0.2777·10 <sup>-6</sup>	16.666·10 <sup>-6</sup>
m <sup>3</sup> /h	3600	3.6·10 <sup>6</sup>	3.6·10 <sup>9</sup>	1	60	1000	60000
m <sup>3</sup> /min	60	60000	60·10 <sup>6</sup>	16.666·10 <sup>-3</sup>	1	16.666	1000
l/h	3.6	3600	3.6·10 <sup>6</sup>	0.001	0.06	1	60
l/min	0.06	60	60000	16.666·10 <sup>-6</sup>	0.001	16.666·10 <sup>-3</sup>	1



## GRADI DI PROTEZIONE ELETTRICA

Il codice "IP" che compare tra i dati tecnici dei componenti elettrici ed elettronici indica il grado e il tipo di protezione elettrica secondo la tabella seguente. Il primo numero del codice "IP" indica il grado di protezione contro il contatto e la penetrazione di corpi estranei solidi. Il secondo numero indica il grado di protezione contro la penetrazione dell'acqua.

		Descrizione	Protezione contro l'acqua								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
			Nessuna protezione	Protezione contro gocce d'acqua con direzione perpendicolare	Protezione contro gocce d'acqua con inclinazione massima di 15°	Protezione contro gocce d'acqua con inclinazione massima di 60°	Protezione contro spruzzi d'acqua da qualsiasi direzione	Protezione contro getti intensi d'acqua da qualsiasi direzione	Protezione contro ondate d'acqua	Protezione contro l'immersione temporanea	Protezione contro l'immersione permanente
Protezione delle persone e delle attrezzature contro i corpi estranei	0	Nessuna protezione	IP 00								
	1	Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 50 mm	IP 10	IP 11	IP 12						
	2	Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 12 mm	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
	3	Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 2.5 mm	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33					
	4	Protezione contro i corpi estranei solidi più grandi di 1 mm	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44				
	5	Protezione contro la polvere	IP 50	IP 51	IP 52	IP 53	IP 54	IP 55	IP 56	IP 57	
	6	Protezione totale contro la polvere	IP 60	IP 61	IP 62	IP 63	IP 64	IP 65	IP 66	IP 67	IP 68



Locali secchi:  
materiale ammesso per ogni caratteristica IP



Locali umidi:  
materiale ammesso a partire da IP 11



Locali bagnati:  
materiale ammesso a partire da IP 23



## FORZA SVILUPPATA DA UN CILINDRO

In relazione all'alesaggio e alla pressione di lavoro, un cilindro pneumatico sviluppa una forza che può essere utilizzata per compiere un lavoro. La forza sviluppata nella fase di spinta è superiore a quella sviluppata nella fase di trazione, poiché nel primo caso agisce l'intera superficie del pistone, mentre nel secondo agisce la superficie del pistone meno quella dello stelo. Nel caso di un cilindro con stelo passante, le due forze sono identiche e hanno valore pari a quello della forza sviluppata in trazione da un cilindro normale di pari alesaggio.

La formula per calcolare la forza nella fase di spinta è la seguente:

$$F_s = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta$$

ove:

$F_s$  è la forza sviluppata dal cilindro in spinta espressa in daN;

$D$  è l'alesaggio del cilindro espresso in centimetri;

$p$  è la pressione espressa in bar;

$\eta$  è il coefficiente di rendimento (posto uguale a 0.9).

La formula per calcolare la forza nella fase di trazione è la seguente:

$$F_T = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \cdot p \cdot \eta$$

ove:

$F_T$  è la forza sviluppata dal cilindro in trazione espressa in daN;

$D$  è l'alesaggio del cilindro espresso in centimetri;

$d$  è il diametro dello stelo espresso in centimetri;

$p$  è la pressione espressa in bar;

$\eta$  è il coefficiente di rendimento (posto uguale a 0.9).

alesaggio cilindro [mm]	diametro stelo [mm]	moto	area utile [cm <sup>2</sup> ]	forza in spinta e trazione in daN in funzione della pressione di esercizio in bar, a 20°C, con rendimento 0.9									
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
12	6	spinta	1.13	1.017	2.035	3.053	4.071	5.089	6.107	7.124	8.142	9.160	10.178
		trazione	1.00	0.763	1.526	2.290	3.053	3.816	4.580	5.343	6.107	6.870	7.633
16	6	spinta	2.01	1.809	3.619	5.428	7.238	9.047	10.857	12.666	14.476	16.285	18.095
		trazione	1.73	1.555	3.110	4.665	6.220	7.775	9.330	10.885	12.440	13.995	15.550
20	8	spinta	3.14	2.827	5.654	8.482	11.309	14.136	16.964	19.791	22.618	25.446	28.273
		trazione	2.64	2.374	4.749	7.124	9.499	11.874	14.249	16.624	18.999	21.374	23.749
25	12	spinta	4.91	4.417	8.835	13.253	17.670	22.088	26.506	30.924	35.341	39.759	44.177
		trazione	3.78	3.399	6.799	10.199	13.599	16.999	20.399	23.799	27.199	30.598	33.998
32	12	spinta	8.04	7.238	14.476	21.714	28.952	36.190	43.428	50.666	57.904	65.142	72.380
		trazione	6.91	6.220	12.440	18.660	24.880	31.100	37.321	43.541	49.761	55.981	62.201
40	16	spinta	12.56	11.309	22.618	33.928	45.237	56.547	67.856	79.165	90.475	101.78	113.09
		trazione	10.55	9.499	18.999	28.499	37.999	47.499	56.999	66.499	75.999	85.499	94.998
50	20	spinta	19.63	17.670	35.341	53.012	70.683	88.354	106.02	123.69	141.36	159.03	176.70
		trazione	16.49	14.843	29.687	44.530	59.374	74.217	89.061	103.90	118.74	133.59	148.43
63	20	spinta	31.16	28.054	56.108	84.163	112.21	140.27	168.32	196.38	224.43	252.49	280.54
		trazione	28.02	25.227	50.454	75.681	100.90	126.13	151.36	176.58	201.81	227.04	252.27
80	25	spinta	50.24	45.237	90.475	135.71	180.95	226.18	271.42	316.66	361.90	407.13	452.37
		trazione	45.36	40.819	81.639	122.45	163.27	204.09	244.91	285.73	326.55	367.37	408.19
100	25	spinta	78.54	70.683	141.36	212.05	282.73	353.41	424.10	494.78	565.47	636.15	706.83
		trazione	70.50	66.266	132.53	198.79	265.06	331.33	397.59	463.86	530.12	596.39	662.66
125	32	spinta	122.66	110.44	220.88	331.33	441.77	552.21	662.66	773.10	883.54	993.99	1104.4
		trazione	114.67	103.20	206.41	309.61	412.82	516.02	619.23	722.43	825.64	928.84	1032.0
160	40	spinta	201.06	180.95	361.90	542.85	723.80	904.75	1085.7	1266.6	1447.6	1628.5	1809.5
		trazione	188.49	169.64	339.28	508.92	678.56	848.20	1017.8	1187.4	1357.1	1526.7	1696.4
200	40	spinta	314.15	282.73	565.47	848.20	1130.9	1413.6	1696.4	1979.1	2261.8	2544.6	2827.3
		trazione	301.59	271.42	542.85	814.27	1085.7	1357.1	1628.5	1899.9	2171.4	2442.8	2714.2

## RESISTENZA DI UN CILINDRO AL CARICO DI PUNTA

Un cilindro avente una corsa la cui lunghezza supera di dieci volte il diametro dello stelo, ad esempio nel caso di un cilindro avente alesaggio 50 e corsa 500 (diametro stelo 20), quando viene sollecitato da una forza di compressione agente sull'estremità dello stelo (tale forza è detta "carico di punta") è sottoposto a una sollecitazione composta di presso-flessione che potrebbe provocare la rottura dello stelo. È dunque necessario verificare se il cilindro può applicare la forza richiesta in condizioni di sicurezza, in relazione alle sue dimensioni e alla modalità di installazione.

La resistenza del cilindro al carico di punta si calcola con la seguente formula di Eulero, in relazione al diametro dello stelo e alla corsa del cilindro:

$$F = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot M}{Q \cdot S^2}$$

ove:

**E** è il modulo di elasticità dell'acciaio, pari a 21000 kg/mm<sup>2</sup>, ossia 205939 N/mm<sup>2</sup>;

**M** è il momento di inerzia geometrico assiale dello stelo (mm<sup>4</sup>), uguale a  $M = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$  (ove **d** è il diametro dello stelo espresso in millimetri);

**S** è la corsa del cilindro, espressa in millimetri;

**Q** è il coefficiente di sicurezza, posto uguale a 5;

**F** è la resistenza al carico di punta, ossia la massima forza sviluppabile dal cilindro in condizioni di sicurezza (il valore è espresso in N).

Sostituendo i valori nella formula ed eseguendo i calcoli, si può semplificare in questo modo:

$$F = \frac{160.85 \cdot \pi^3 \cdot d^4}{S^2}$$

Variando la modalità di installazione del cilindro, la sua resistenza al carico di punta, e dunque la forza massima che può esercitare in condizioni di sicurezza, varia a seconda di coefficienti prestabiliti, secondo lo schema seguente:

a) cilindro fissato con un ancoraggio rigido (piedini) e stelo agente direttamente (senza ancoraggio) su un pezzo mobile lungo un piano: coefficiente = 0.55

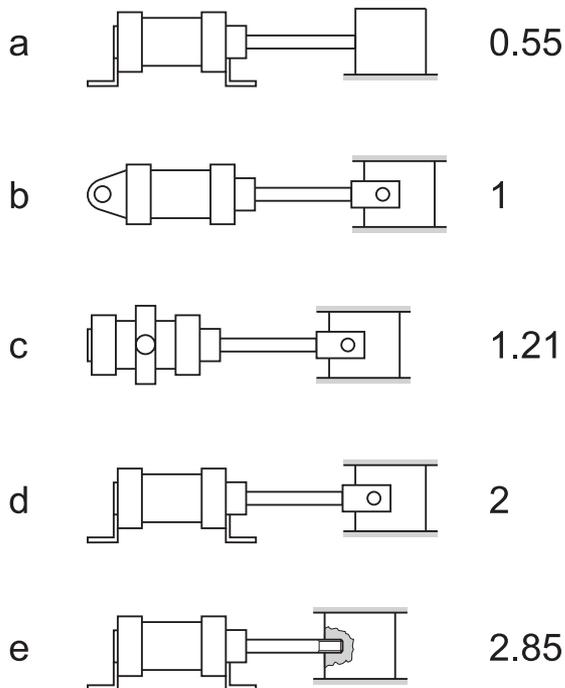
b) cilindro fissato con una cerniera posteriore snodata e stelo ancorato a un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 1

c) cilindro fissato con una cerniera intermedia snodata e stelo ancorato a un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 1.21

d) cilindro fissato con un ancoraggio rigido (piedini) e stelo ancorato a un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 2

e) cilindro fissato con un ancoraggio rigido (piedini) e stelo avvitato e bloccato in un pezzo mobile e guidato: coefficiente = 2.85

È pertanto necessario moltiplicare il valore **F** per detti coefficienti. Ad esempio, un cilindro di corsa 1000 avente diametro dello stelo 40 mm può esercitare in condizioni di sicurezza una forza massima di 12767 N se lo si fissa con una cerniera posteriore snodata e si ancora lo stelo a un pezzo mobile e guidato (figura **b**; coefficiente = 1); se invece lo si fissa con i piedini ma lo stelo agisce senza ancoraggio su un pezzo che si muove su un piano senza una guida (figura **a**), il valore ottenuto dalla formula va moltiplicato per 0.55, ottenendo dunque una forza massima di 7021 N.



È possibile ricavare la formula inversa, da utilizzarsi per il calcolo della corsa massima in relazione al diametro dello stelo e alla forza richiesta. Il valore della forza **F** da inserire nella formula si ottiene dividendo il valore della forza richiesta per il coefficiente corrispondente alla modalità di installazione. Ad esempio, se si richiede una forza di 1000 N a un cilindro avente diametro dello stelo 12 mm e installato secondo la figura c, nella formula occorre inserire una forza di  $1000/1.21 = 826.44$  N. Eseguendo i calcoli si ottiene che in questa situazione il cilindro per resistere a un carico di 1000 N può avere una corsa massima di 353 mm. Se fosse montato ad esempio secondo lo schema b, detto cilindro per esercitare la stessa forza non potrebbe avere una corsa più lunga di 321 mm.

$$S = \pi d^2 \sqrt{\frac{160.85 \cdot \pi}{F}}$$

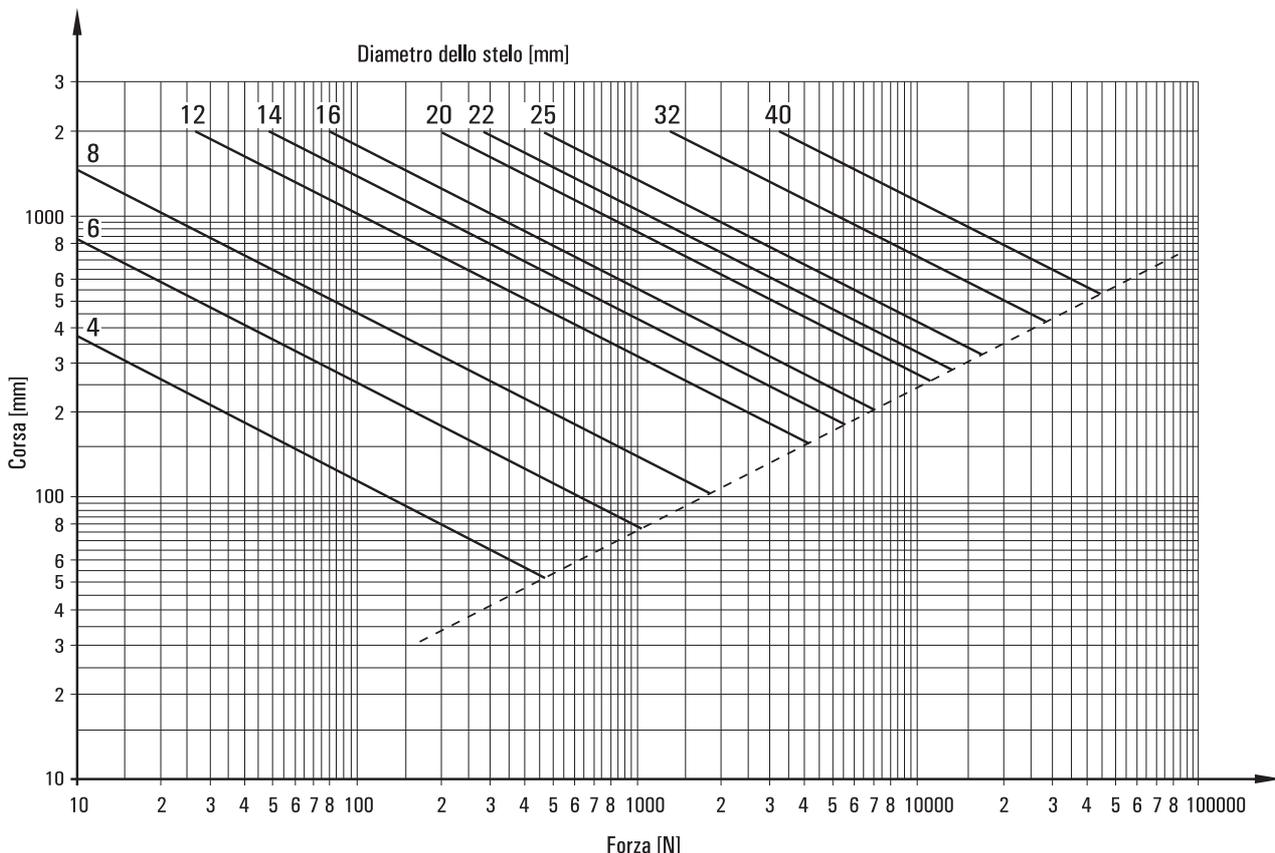
La formula per ricavare il diametro dello stelo (e per conseguenza l'alesaggio del cilindro) in relazione alla forza da applicare e alla corsa utile è invece la seguente:

$$d = \sqrt[4]{\frac{S^2 \cdot F}{160.85 \cdot \pi^3}}$$

Il valore della forza **F** da inserire nella formula si ottiene dividendo il valore della forza richiesta per il coefficiente corrispondente alla modalità di installazione. Ad esempio, se si richiede una forza di 1000 N a un cilindro installato secondo la figura a, nella formula occorre inserire una forza di  $1000/0.55 = 1818$  N.

I calcoli che abbiamo effettuato con queste formule possono essere eseguiti graficamente. Il grafico seguente è stato realizzato per un cilindro montato secondo lo schema b.

*Esempio di lettura:* dato un cilindro avente diametro dello stelo 25 mm e corsa 1000 calcolare la resistenza al carico di punta. Si traccia a partire dalla colonna di sinistra (corsa), in corrispondenza al valore 1000, una linea orizzontale fino ad incontrare la linea obliqua corrispondente al diametro dello stelo 25 mm. Da questo punto di intersezione si traccia una linea verticale, che taglia l'asse delle forze nelle vicinanze del valore 2000 N. Infatti, la formula dà il valore di 1948 N.





## CONSUMO D'ARIA DI UN CILINDRO

Nel suo movimento il cilindro consuma una quantità d'aria **Q** direttamente proporzionale alla pressione di lavoro, alla corsa e al quadrato dell'alesaggio. La formula seguente fornisce il valore del consumo d'aria (in normal-litri) nella fase di spinta, durante la quale agisce l'intera superficie del pistone.

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot S \cdot (p+1) \cdot 10^{-6}$$

**d** è l'alesaggio del cilindro espresso in millimetri;

**S** è la corsa del cilindro (espressa in millimetri) per la quale si intende calcolare il consumo d'aria;

**p** è la pressione di lavoro (espressa in bar).

Durante fase di trazione, la superficie agente è la superficie del pistone meno l'area occupata dallo stelo. La formula per il calcolo del consumo d'aria durante la fase di trazione è la seguente:

$$Q = \frac{\pi}{4} (D+d)(D-d) \cdot S \cdot (p+1) \cdot 10^{-6}$$

**D** è l'alesaggio del cilindro espresso in millimetri;

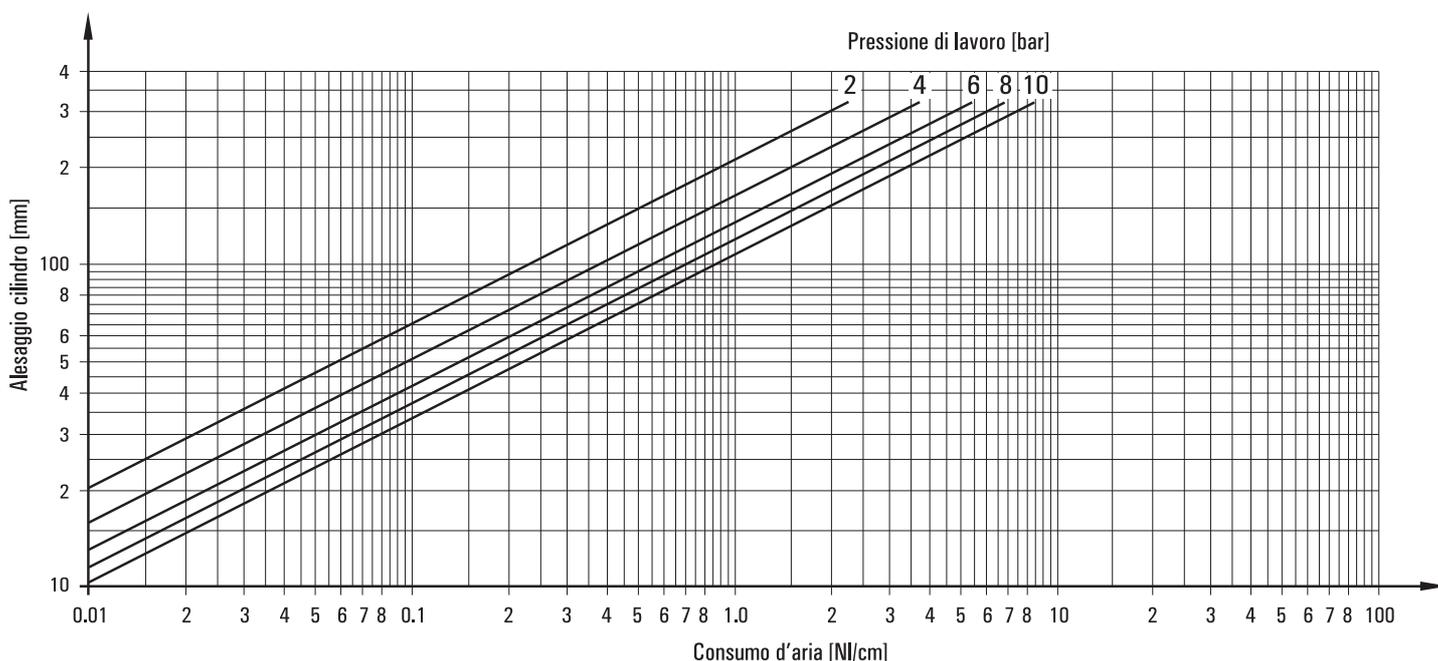
**d** è il diametro dello stelo espresso in millimetri;

**S** è la corsa del cilindro (espressa in millimetri) per la quale si intende calcolare il consumo d'aria;

**p** è la pressione di lavoro (espressa in bar).

È possibile calcolare il consumo d'aria anche mediante il grafico riportato in questa pagina o con la tabella riportata nella pagina seguente. Il grafico si riferisce alla fase di spinta ed esprime il valore in litri per centimetro di corsa (ciò equivale a porre nella formula la variabile **S** uguale a 10 mm).

*Esempio di lettura:* dato un cilindro avente alesaggio 100 mm operante a una pressione di 6 bar, calcolare il consumo d'aria per una corsa di 400 mm. Si traccia a partire dalla colonna di sinistra (alesaggio), in corrispondenza al valore 100, una linea orizzontale fino ad incontrare la linea obliqua corrispondente alla pressione 6 bar. Da questo punto di intersezione si traccia una linea verticale, che taglia l'asse dei consumi nelle vicinanze del valore 0.55 NI/cm. Moltiplicando questo valore per 40, si ottiene un consumo totale di 22 normal-litri. Eseguendo i calcoli con la formula si ottiene infatti un consumo totale di 21.99 normal-litri.

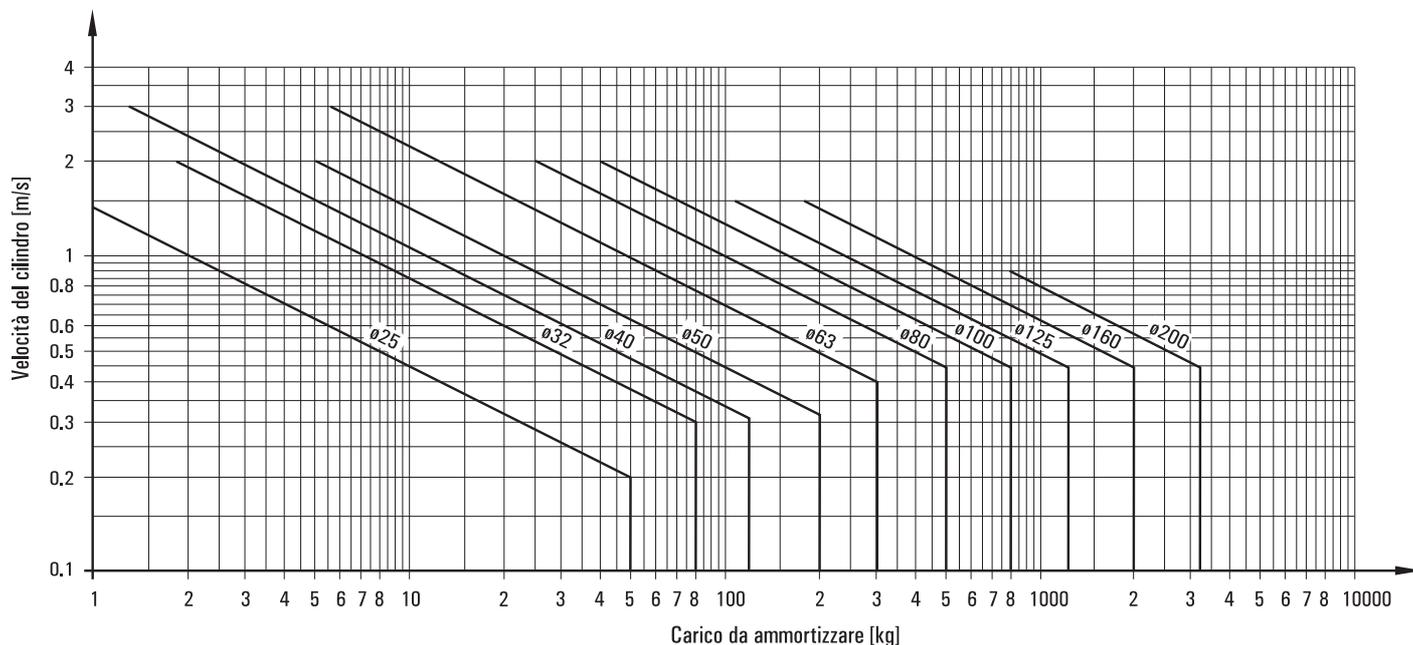




alesaggio cilindro [mm]	diametro stelo [mm]	moto	area utile [cm <sup>2</sup> ]	consumo d'aria in spinta e in trazione in NI/cm di corsa, in funzione della pressione di esercizio (bar), a 20°C									
				1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
12	6	spinta	1.13	0.0023	0.0034	0.0045	0.0057	0.0068	0.0079	0.0090	0.0102	0.0113	0.0124
		trazione	1.00	0.0016	0.0025	0.0033	0.0042	0.0050	0.0059	0.0067	0.0076	0.0084	0.0093
16	6	spinta	2.01	0.0040	0.0060	0.0080	0.0100	0.0121	0.0141	0.0161	0.0181	0.0202	0.0221
		trazione	1.73	0.0034	0.0051	0.0069	0.0086	0.0103	0.0121	0.0138	0.0155	0.0173	0.0190
20	8	spinta	3.14	0.0063	0.0094	0.0126	0.0157	0.0188	0.0220	0.0251	0.0283	0.0314	0.0346
		trazione	2.64	0.0053	0.0079	0.0105	0.0132	0.0158	0.0185	0.0211	0.0237	0.0264	0.0290
25	12	spinta	4.91	0.0098	0.0147	0.0196	0.0245	0.0295	0.0344	0.0393	0.0442	0.0491	0.0540
		trazione	3.78	0.0076	0.0113	0.0151	0.0189	0.0227	0.0264	0.0302	0.0339	0.0378	0.0415
32	12	spinta	8.04	0.0160	0.0241	0.0321	0.0402	0.0482	0.0562	0.0643	0.0723	0.0804	0.0884
		trazione	6.91	0.0138	0.0207	0.0276	0.0345	0.0414	0.0483	0.0552	0.0622	0.0691	0.0760
40	16	spinta	12.56	0.0251	0.0376	0.0502	0.0628	0.0753	0.0879	0.1005	0.1130	0.1256	0.1382
		trazione	10.55	0.0211	0.0316	0.0422	0.0527	0.0633	0.0738	0.0844	0.0949	0.1055	0.1161
50	20	spinta	19.63	0.0392	0.0589	0.0785	0.0981	0.1178	0.1374	0.1570	0.1767	0.1963	0.2159
		trazione	16.49	0.0329	0.0494	0.0659	0.0824	0.0989	0.1154	0.1319	0.1484	0.1649	0.1814
63	20	spinta	31.16	0.0623	0.0935	0.1246	0.1558	0.1870	0.2182	0.2493	0.2805	0.3117	0.3428
		trazione	28.02	0.0560	0.0840	0.1121	0.1401	0.1681	0.1962	0.2242	0.2522	0.2803	0.3083
80	25	spinta	50.24	0.1005	0.1507	0.2010	0.2513	0.3015	0.3518	0.4021	0.4523	0.5026	0.5529
		trazione	45.36	0.0907	0.1360	0.1814	0.2267	0.2721	0.3174	0.3628	0.4081	0.4535	0.4989
100	25	spinta	78.54	0.1570	0.2356	0.3141	0.3926	0.4712	0.5497	0.6282	0.7068	0.7853	0.8639
		trazione	70.50	0.1472	0.2208	0.2945	0.3681	0.4417	0.5154	0.5890	0.6626	0.7362	0.8099
125	32	spinta	122.66	0.2454	0.3681	0.4908	0.6135	0.7362	0.8590	0.9817	1.1044	1.2271	1.3498
		trazione	114.67	0.2293	0.3440	0.4586	0.5733	0.6880	0.8027	0.9173	1.0320	1.1467	1.2613
160	40	spinta	201.06	0.4021	0.6031	0.8042	1.0052	1.2063	1.4073	1.6084	1.8095	2.0105	2.2116
		trazione	188.49	0.3769	0.5654	0.7539	0.9424	1.1309	1.3194	1.5079	1.6964	1.8848	2.0733
200	40	spinta	314.15	0.6282	0.9424	1.2565	1.5707	1.8848	2.1990	2.5131	2.8273	3.1415	3.4556
		trazione	301.59	0.6031	0.9047	1.2063	1.5079	1.8095	2.1110	2.4126	2.7142	3.0158	3.3174

## CARICO AMMORTIZZABILE

Affinché il cilindro raggiunga la posizione di fine corsa senza causare urti dannosi occorre ammortizzare l'energia cinetica della massa in movimento. Il valore massimo del carico ammortizzabile dipende dalla velocità di traslazione e dalle dimensioni del cilindro. Una stima di questi valori è facilmente ricavabile dal grafico seguente.



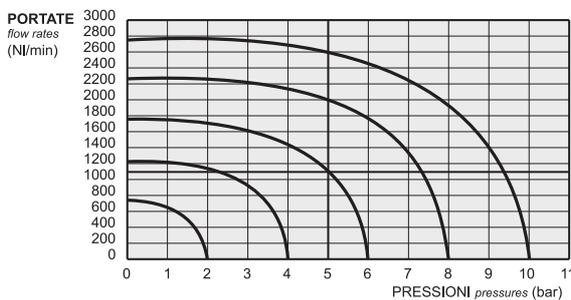
## PORTATA DI UNA VALVOLA

La portata di una valvola, ossia la quantità di fluido che la attraversa nell'unità di tempo, si esprime in normal-litri al minuto [NI/min].

La portata dipende dalla caduta di pressione che si ha al passaggio del fluido attraverso la valvola. Per caduta di pressione  $\Delta p$  si intende la differenza tra la pressione esistente all'ingresso della valvola e la pressione in uscita. La portata aumenta al crescere del  $\Delta p$  fino a un livello massimo, raggiunto il quale rimane costante a parità di pressione in ingresso e non dipende più dal  $\Delta p$ . Si dice allora che la valvola lavora a "scarico libero" o in "regime sonico".

Si può dunque così definire la portata nominale di una valvola: è la portata misurata con pressione di entrata di 6 bar, temperatura ambiente di 20°C e caduta di pressione  $\Delta p$  di 1 bar.

Nel catalogo possiamo indicare il valore della portata nominale o esprimere con un grafico simile al seguente l'andamento della portata di un elemento pneumatico.



**Esempio di lettura:** volendo calcolare la portata di una valvola a 6 bar di pressione in ingresso e caduta di pressione 1 bar, tracciare una linea verticale a partire dal punto corrispondente a 5 bar di pressione (che equivale a sottrarre dal valore della pressione di ingresso quello della caduta di pressione) fino ad intersecare la curva uscente dal punto corrispondente alla pressione di ingresso 6 bar. Dall'intersezione tra la curva e la linea verticale tracciare una linea orizzontale che, intersecando l'asse delle portate, fornisce il valore richiesto.

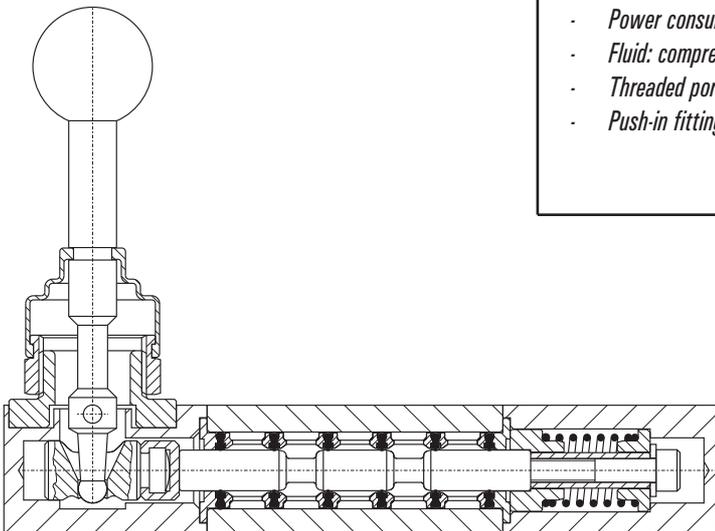
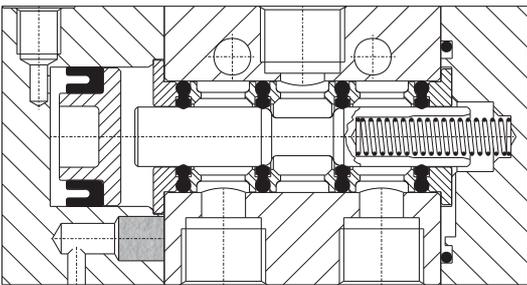
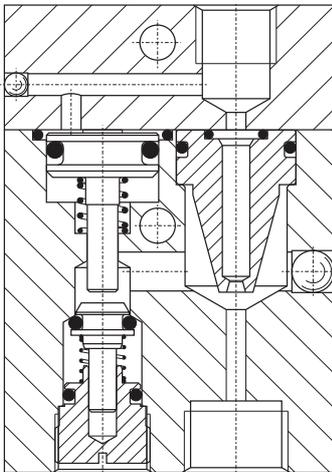
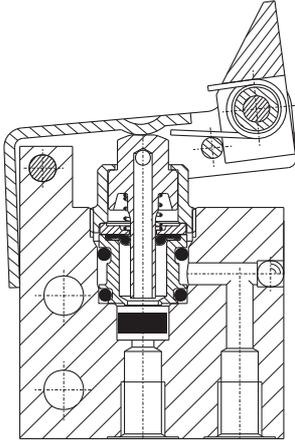
Un altro metodo per esprimere la portata della valvola è l'utilizzo del valore  $K_V$ , che si può calcolare a partire dalla portata nominale con la seguente

formula: 
$$K_V = \frac{Q_N}{1100}$$

ove  $Q_N$  è la portata nominale espressa in NI/min.

Nel Nord America è in uso il "coefficiente di flusso"  $C_V$ , che si calcola con la seguente formula: 
$$C_V = \frac{Q_N}{984}$$

$Q_N$ [NI/min]	$K_V$	$C_V$	$Q_N$ [NI/min]	$K_V$	$C_V$	$Q_N$ [NI/min]	$K_V$	$C_V$
100	0.091	0.102	600	0.545	0.610	1300	1.182	1.321
120	0.109	0.122	650	0.591	0.660	1400	1.273	1.422
150	0.136	0.152	700	0.636	0.711	1500	1.364	1.524
180	0.163	0.183	750	0.682	0.762	1600	1.454	1.626
200	0.182	0.203	800	0.727	0.813	1700	1.545	1.727
250	0.227	0.254	850	0.773	0.864	1800	1.636	1.829
300	0.273	0.305	900	0.818	0.915	1900	1.727	1.931
350	0.318	0.356	950	0.864	0.965	2000	1.818	2.032
400	0.364	0.406	1000	0.909	1.016	2500	2.278	2.541
450	0.409	0.457	1100	1.000	1.118	3000	2.727	3.048
550	0.500	0.559	1200	1.091	1.219	4000	3.636	4.065



- Valvole standard in linea o su base (G1/8", G1/4", G1/2")
- Valvole a norma ISO 5599/1 taglia 1, 2, 3; VDMA e Namur
- Elementi integrati con funzione di controllo e regolazione (G1/8" e G1/4")
- Prodotti speciali, sviluppati con il cliente per soddisfare ogni esigenza applicativa

## Note tecniche

- Materiali utilizzati: alluminio 11S, acciaio INOX, ottone OT58, tecnopolimeri
- Trattamenti superficiali: anodizzazione o nichelatura
- Sistemi di funzionamento: otturatore o spola bilanciata
- Vita in condizioni standard: 20 milioni di cicli
- Portate nominali: da 30 a 4500 NI/min
- Funzioni pneumatiche: 2/2; 3/2 NC-NA; 5/2; 5/3 CC-CA-CP
- Azionamenti: meccanico, manuale, pneumatico, elettrico, elettropneumatico
- Assorbimenti elettrici: 3W / 5VA con bobine lato 10 mm, 15 mm, 22 mm, 30 mm
- Fluido: aria compressa con o senza lubrificazione - vuoto
- Attacchi filettati: M5, G1/8", G1/4", G3/8", G1/2"
- Raccordi automatici: per tubo ø4, ø6, ø8

- *In-line or manifold mounted pneumatic valves (G1/8", G1/4", G1/2")*
- *ISO 5599/1 size 1, 2, 3; VDMA and Namur specifications*
- *Integrated elements with control and regulation functions (G1/8" and G1/4")*
- *Special valves and custom built products are available on request*

## Technical notes

- *Materials: aluminium 11S, stainless steel, brass OT58, technopolymers; seals in NBR*
- *Surface treatment: anodize and nickel plating*
- *Operating system: balanced spool or poppet*
- *Life expectation in standard conditions: 20 millions cycles*
- *Nominal flow rates: 30 to 4500 NI/min*
- *Pneumatic functions: 2/2, 3/2 NC-NO; 5/2; 5/3 closed, open or pressurized centre position*
- *Actuation: mechanical, manual, pneumatic, solenoid*
- *Power consumption: 3W / 5VA with 10 mm, 15 mm, 22 mm, 30 mm coils*
- *Fluid: compressed air with or without lubrication - vacuum*
- *Threaded ports: M5, G1/8", G1/4", G3/8", G1/2"*
- *Push-in fittings: for ø4, ø6, ø8 tube*