



09 - Dimensionamento / scelta del cilindro e della valvola

- Perdite di carico nei tubi
- Dimensionamento di una valvola
- Dimensionamento di un cilindro

PERDITE DI CARICO NEI TUBI

Portata Qn

In questo fascicolo, la portata è espressa come volume in condizioni normali (pressione atmosferica, temperatura 20 °C) rapportato all'unità di tempo.

L'unità di misura è il normal litro al minuto (NI/min)

Si ricorda che il NI è la quantità di aria compressa contenuta in un certo ambiente ed indica il volume che essa occuperebbe se riportata a pressione atmosferica.

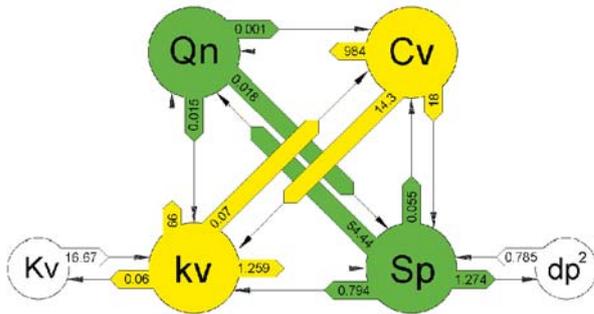
La portata viene determinata con dispositivi di misura standardizzati come già illustrato e definisce parametri quali:

kv (l/min) si misura con acqua per DP = 1 bar

Kv (m³/ora) si misura con acqua per DP = 1 bar

Cv (galloni USA/min) si misura con acqua per DP = 1 psi (0,07 bar)

Di seguito riportiamo una tavola di conversione delle portate (vedi anche pag. IX)



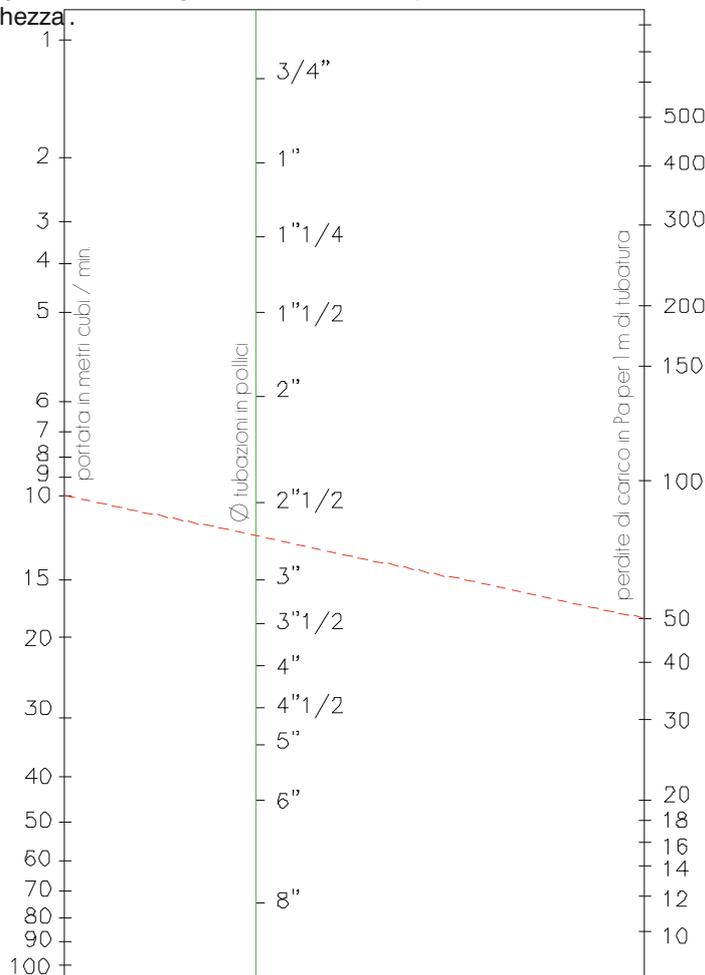
Qn	Portata nominale	NI/min
kv		l/min
Kv	Coefficiente idraulico	m ³ /ora
Cv		galloni USA/min
Sp	Sezione nominale di passaggio	mm ²
dp ²	Diametro ² nominale di passaggio *	mm ²

* per ricavare il diametro dp (mm) eseguire la radice quadrata di dp²

Caduta di pressione nei tubi

La capacità di condurre di un tubo è determinata dal parametro C (l/sec) ed è il rapporto tra la portata massima e la pressione assoluta (ISO 6358) .

La capacità di condurre diminuisce progressivamente con l'aumentare della lunghezza del tubo a causa delle cadute di pressione che si verificano per attrito dell'aria contro le pareti del tubo stesso. Quindi più è lungo il tubo , minore sarà la portata. Nel diagramma che segue viene indicata la portata nei tubi di diverso diametro esterno/interno in funzione della loro lunghezza.



DIMENSIONAMENTO DI UNA VALVOLA

Per garantire la prestazione desiderata ad un cilindro o più cilindri in precedenza correttamente dimensionati, dobbiamo scegliere una o più valvole di controllo direzionale di taglia adeguata.

E' indispensabile conoscere il tempo in cui il cilindro deve compiere la propria corsa di andata e ritorno e, in base al consumo precedentemente calcolato, procedere al calcolo del coefficiente **T** che dovrà essere il moltiplicatore del valore attribuito al consumo.

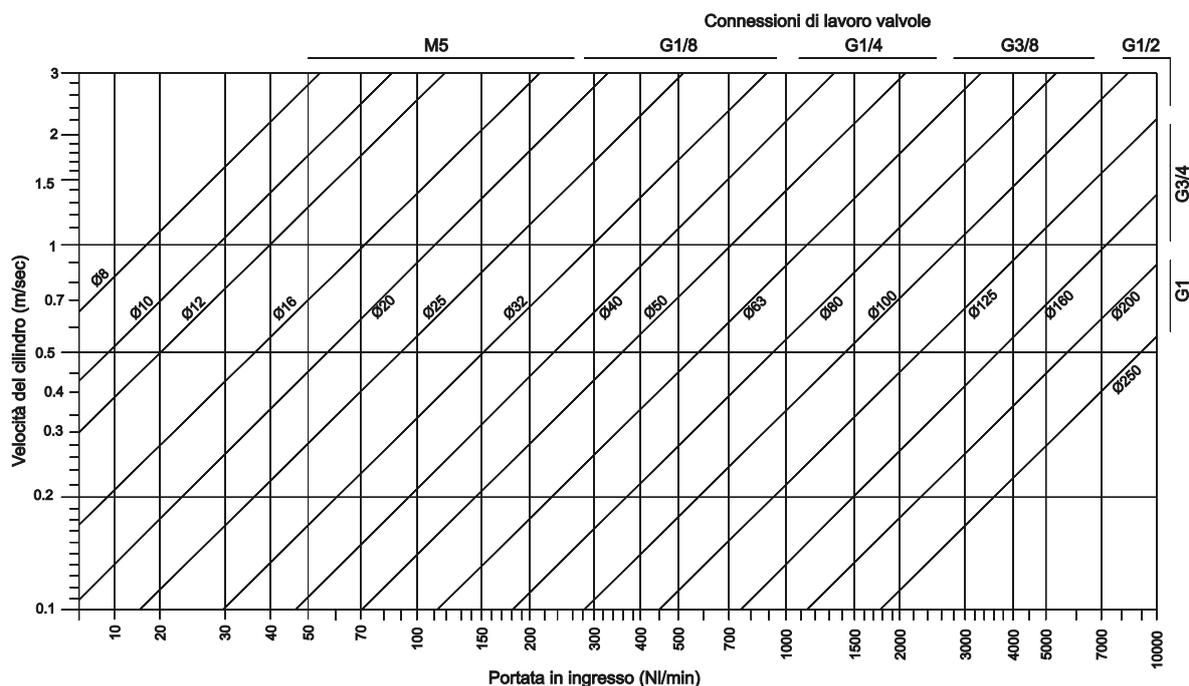
$$T = \frac{60}{\text{tempo ciclo}} \quad Q_n = T \times \text{Consumo}$$

Il valore ricavato espresso in NI/min è la minima portata necessaria in condizioni standard (6 bar in alimentazione e 5 bar in mandata) atta a garantire la prestazione desiderata. Moltiplicare il valore ottenuto per un coefficiente di sicurezza di 1,2.

I tubi di collegamento tra valvola / cilindro ed il tubo di alimentazione non devono influenzare la prestazione in portata della valvola quindi, il loro diametro interno dovrà essere di almeno 1,5 volte superiore al diametro nominale della valvola per evitare cadute di pressione indesiderate. Dal diagramma delle portate nei tubi si può apprezzare quale sia la differenza di capacità di flusso con un coefficiente di sicurezza 1,5. Anche i raccordi utilizzati dovranno seguire questo criterio perché non devono essere punti di strozzatura che vanifichino il calcolo eseguito.

Verificare sempre che il foro di passaggio aria realizzato sul raccordo sia superiore o almeno uguale al diametro del tubo collegato.

Il diagramma che segue mostra indicativamente la portata necessaria per cilindri di differente diametro per raggiungere le velocità desiderate ed indica inoltre la taglia della valvola idonea ad erogare nelle condizioni descritte la portata sufficiente.



DIMENSIONAMENTO DEL CILINDRO

Il dimensionamento di un cilindro pneumatico richiede una certa attenzione e deve considerare i seguenti parametri.

Forza sviluppata : è calcolata considerando l'area del pistone e il valore della pressione che insiste su di essa.

$$F = \text{area} \times \text{pressione} \quad (\text{daN}) = (\text{cm}^2) \times (\text{bar})$$

Alla forza teorica così calcolata bisogna detrarre il 10/15% per le perdite di carico dovute agli attriti. Ricordiamo che in un cilindro a stelo semplice la forza sviluppata in trazione è inferiore a quella di spinta a causa dello stelo.

Peso del carico : il cilindro deve sviluppare una forza sufficiente, nella direzione desiderata, per muovere il carico rispettando il tempo a ciclo. Allo scopo rispettare il rapporto di carico (RdC) che non deve superare il 70%.

$$\frac{\text{Forza richiesta (peso del carico)}}{\text{Forza disponibile (sviluppata)}} \times 100 = \text{RdC}$$

POSIZIONE DEL CILINDRO

Sollevamento verticale (spinta verso l'alto): la forza reale espressa dal cilindro dovrà essere in grado di controbilanciare il peso del carico e possedere la forza necessaria per accelerarlo.

Esempio:

Carico da sollevare 120Kg

Pressione di esercizio 6 bar

Rapporto di carico 70%

Partendo dalla formula relativa al rapporto di carico, si ottiene la forza disponibile (necessaria) per sollevare il carico

$$\text{Forza disponibile} = \frac{\text{Carico}}{\text{Rdc}} \times 100 \quad \text{nel nostro caso il risultato è } 171,4 \text{ daN}$$

Un cilindro Ø63 che sviluppa una forza teorica di 187 daN risulta idoneo allo scopo.

Un rapporto di carico simile permette un buon controllo della velocità attraverso valvole regolatrici di flusso unidirezionali.

Ricordiamo che non si ottengono buoni controlli al di sotto dei 20 mm/sec.

Per il controllo di basse velocità è bene diminuire il rapporto di carico fino al 50%.

Per velocità inferiori e/o costanti utilizzare dispositivi di controllo oleoidraulici.

Per il controllo di un carico discendente tenere presente che la forza peso anziché opporsi al movimento, lo favorisce ed incrementa la forza che produce accelerazione.

E' quasi sempre indispensabile l'utilizzo di regolatori di flusso.

Spinta orizzontale o su piano inclinato: se il carico è sostenuto e la posizione di lavoro è orizzontale la forza resistente che insiste sul piano deve essere moltiplicata per il coefficiente di attrito.

Il coefficiente di attrito m varia a seconda dei materiali che entrano in contatto.

Se abbiamo ad esempio $m = 0.4$

Carico da spostare 120Kg

Pressione di esercizio 6 bar

Rapporto di carico 70%

Sempre partendo dalla formula del rapporto di carico, si ottiene la forza disponibile:

$$\text{Forza disponibile} = \frac{\text{Carico}}{\text{RdC}} \times 100 \times m \quad \text{nel nostro caso il risultato è } 68,57 \text{ daN}$$

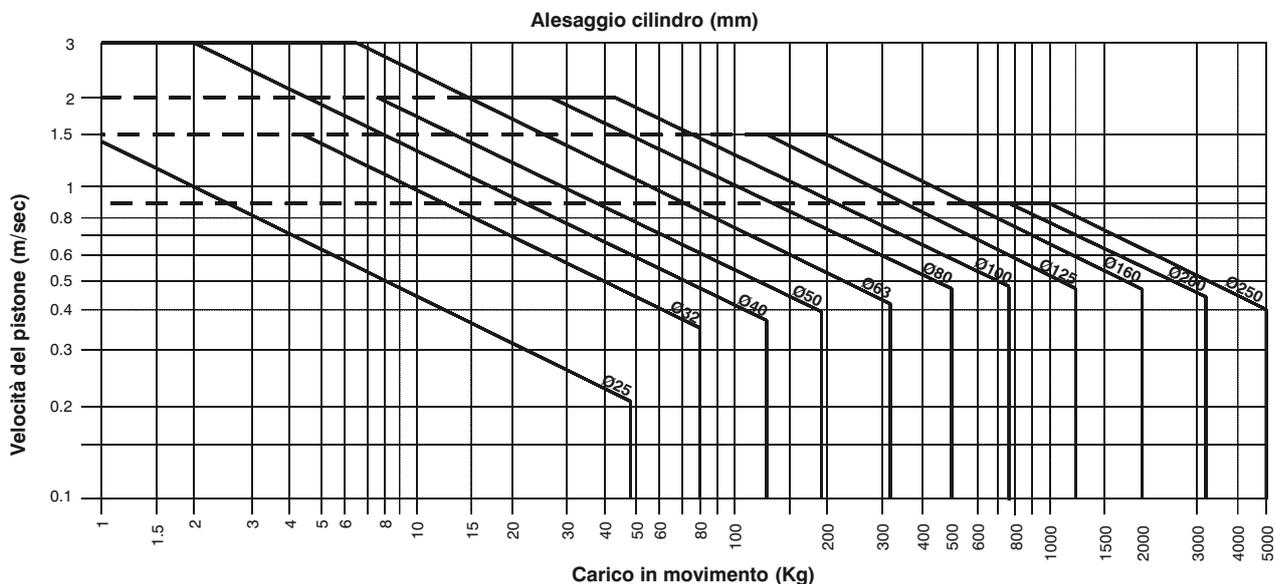
Un cilindro Ø40 che sviluppa in spinta una forza teorica di 75,4 daN è idoneo allo scopo.

In tutte le altre situazioni intermedie e cioè assimilabili allo spostamento su piano inclinato, la forza necessaria aumenta all'aumentare dell'angolo di applicazione.

Anche in questi casi la forza resistente deve essere moltiplicata per il coefficiente di attrito.

Capacità di assorbimento agli urti

L'ammortizzo a cuscino d'aria ha il compito di assorbire l'energia cinetica finale per evitare urti dannosi a fine corsa. Una volta scelto il cilindro in funzione di quanto detto in precedenza, verificare che tale cilindro sia in grado di assorbire l'energia, altrimenti scegliere un altro cilindro di taglia superiore e di pari corsa in grado di sopportarla. Tutti i valori incrociati di velocità di impatto e di carico applicato che cadono all'interno dell'area delimitata da ogni singolo cilindro sono corretti. La pressione di alimentazione è di 6 bar.



Carichi di punta

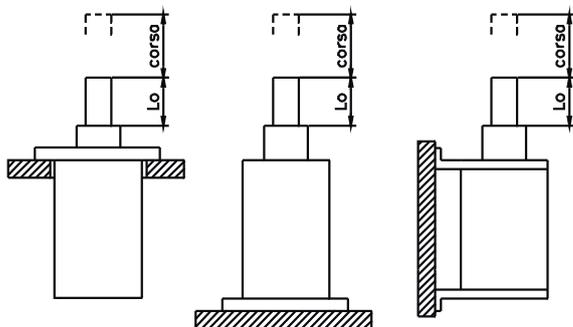
Il carico di punta è la sollecitazione composta di presso-flessione che si manifesta su di un'asta, nel nostro caso di un cilindro, di una certa snellezza quando sia caricato con una forza di compressione coincidente con il proprio asse. L'effetto che si manifesta è una flessione laterale. L'entità di tale flessione dipende:

- dal carico applicato
- dalla lunghezza dell'asta e dal diametro
- dal tipo di vincolo applicato.

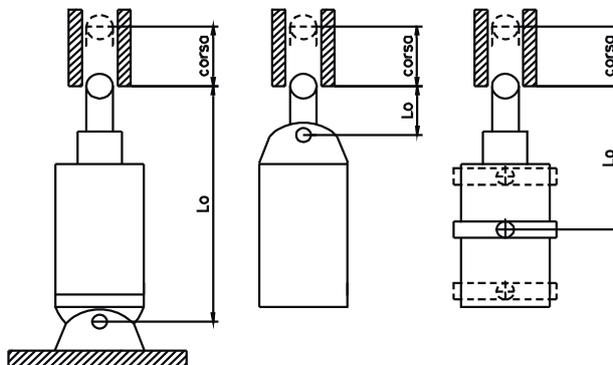
Il vincolo più critico è quello di un cilindro vincolato con cerniere alle due estremità. Con tutti gli altri tipi di fissaggio i carichi consentiti sono superiori sino al 50%. La lunghezza da considerare è:

$$L_{tot} = L_o + corsa$$

SITUAZIONE A



SITUAZIONE B



Dimensionamento scelta del cilindro e della valvola

Nel diagramma, i punti di incrocio tra forza e lunghezza che cadono all'interno dell'area delimitata dal diametro dello stelo relativo sono da considerarsi corretti.

