



## **1 Elettrovalvole a 2 vie**

- 1.1 Elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando diretto
- 1.2 Elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte a comando diretto
- 1.3 Elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse servocomandate
- 1.4 Elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte servocomandate
- 1.5 Elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando misto
- 1.6 Elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte a comando misto
- 1.7 Elettrovalvole proporzionali a comando diretto

## **2 Elettrovalvole a 3 vie**

- 2.1 Elettrovalvole a tre vie normalmente chiuse a comando diretto

## **3 Elettrovalvole a caduta**

- 3.1 Elettrovalvole a caduta singole
- 3.2 Gruppetti di elettrovalvole a caduta

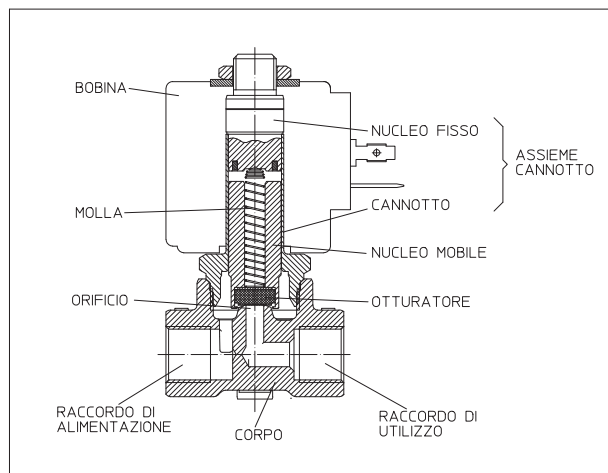
## **4 Elettrovalvole a 5 vie**

## **5 Elettrovalvole e gruppetti speciali**



## Glossario:

Nel presente capitolo vengono illustrati alcuni termini tecnici utilizzati nel catalogo ODE.



**Nucleo fisso:** componente in materiale ferromagnetico che grazie all'effetto di un campo magnetico, generato dalla bobina, attira verso di sé il nucleo mobile.

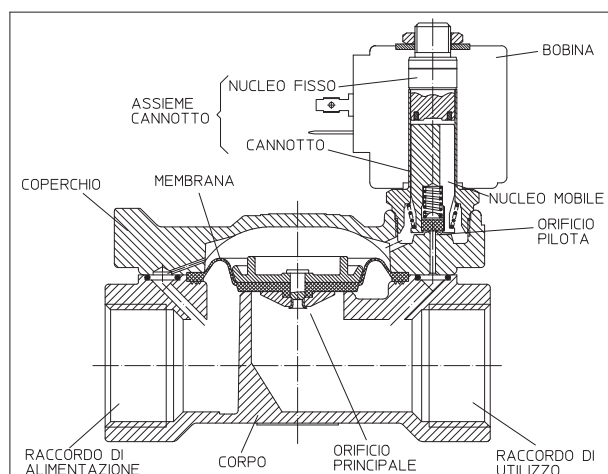
**Nucleo mobile:** componente in materiale ferromagnetico che, sotto l'effetto di un campo magnetico si sposta, andando ad avvicinarsi al nucleo fisso, e causando, direttamente o indirettamente, la commutazione dell'elettrovalvola. Spesso sul nucleo mobile sono alloggiati uno o più otturatori che vanno ad aprire o chiudere uno o più orifici permettendo il funzionamento dell'elettrovalvola.

**Assieme nucleo mobile:** è l'insieme del nucleo mobile, degli otturatori, delle eventuali molle.

**Cannotto:** tubo guida dentro a cui scorre il nucleo mobile.

**Assieme cannotto:** è l'insieme di nucleo fisso e cannotto generalmente saldati o assemblati mediante rullatura, filettatura o altro.

**Bobina:** è costituita da un avvolgimento di rame, da un rocchetto di supporto e da una



staffa in materiale ferromagnetico. Il tutto è sovrastampato con materiale isolante. Dal sovrastampaggio, sporgono le connessioni elettriche, che possono essere diverse a seconda del tipo di bobina. (vedi INDICE BOBINE). L'avvolgimento serve a generare il campo magnetico mentre la staffa in materiale ferromagnetico serve a chiudere il circuito magnetico costituito, oltre che dalla staffa stessa, dal nucleo mobile e dal nucleo fisso.

**Otturatore (o guarnizione di tenuta):** componente che può essere alloggiato direttamente nel nucleo mobile, in un portaguarnizione, nel pistone o far parte dell'assieme membrana.

L'otturatore, spostandosi, apre o chiude un orificio permettendo o impedendo il passaggio del fluido.

In alcune valvole, sono presenti più otturatori: per esempio nelle elettrovalvole a tre vie ad azione diretta, i due otturatori, alloggiati alle estremità del nucleo mobile, vanno ad aprire e a chiudere alternativamente l'orificio di alimentazione e di scarico. Anche nelle elettrovalvole ad



azione mista e in quelle servocomandate, sono presenti due otturatori, uno che agisce sull'orificio pilota, mentre l'altro agisce sull'orificio principale.

A volte la funzione di otturatore viene svolta direttamente dalla membrana o dal pistone.

Nota: nella stessa elettrovalvola possono essere presenti otturatori realizzati con materiali differenti.

**Orificio:** è un componente forato che viene aperto o chiuso dall'otturatore permettendo o impedendo il passaggio del fluido. Può essere ricavato per lavorazione con utensili oppure riportato. L'orificio principale di un'elettrovalvola è quello che permette di ottenere la portata massima dell'elettrovalvola stessa, mentre si parla di orificio pilota riferendosi ad un orificio che, una volta aperto a chiuso causa uno squilibrio di pressioni che porta all'apertura o alla chiusura dell'orificio principale per mezzo di una membrana o di un pistone.

**Membrana:** elemento presente nelle elettrovalvole ad azione mista o servocomandate atto ad aprire o chiudere l'orificio principale sotto l'effetto di pressioni differenti sulle sue superfici.

**Assieme membrana:** è l'insieme di componenti solidali alla membrana quali piattello, ragnetto, ribattino ecc.

**Pistone:** elemento presente nelle elettrovalvole ad azione mista o servocomandate atto ad aprire o chiudere l'orificio principale sotto l'effetto di pressioni differenti sulle sue superfici.

**Assieme pistone:** è l'insieme di componenti solidali al pistone quali piattello, ragnetto, ribattino, otturatore ecc.

**Corpo:** parte centrale dell'elettrovalvola. Sul corpo abbiamo i raccordi ed al suo interno si trova, generalmente, l'orificio principale. Vi sono casi in cui il corpo è diviso in due parti: per esempio nelle elettrovalvole a caduta si ha il corpo superiore sul quale troviamo il raccordo di alimentazione ed il corpo inferiore, sul quale si trova l'orificio principale ed il raccordo di utilizzo.

**Coperchio:** è presente in alcune elettrovalvole, generalmente in tutte le servocomandate. Nel coperchio di queste ultime, normalmente, è alloggiato l'orificio pilota.

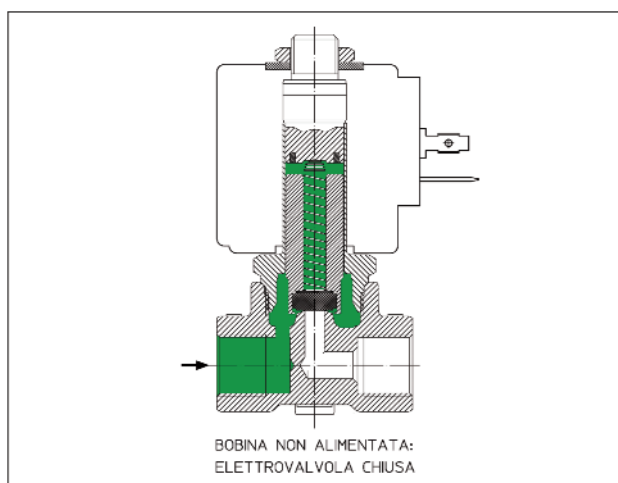
**Raccordo:** è il componente meccanico che permette di collegare l'elettrovalvola ai condotti di alimentazione, di utilizzo e di scarico.



## 1.1 Elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando diretto

**Componenti principali:** corpo con orificio principale, assieme canotto + assieme nucleo mobile (kit normalmente chiuso), bobina.

### Funzionamento:

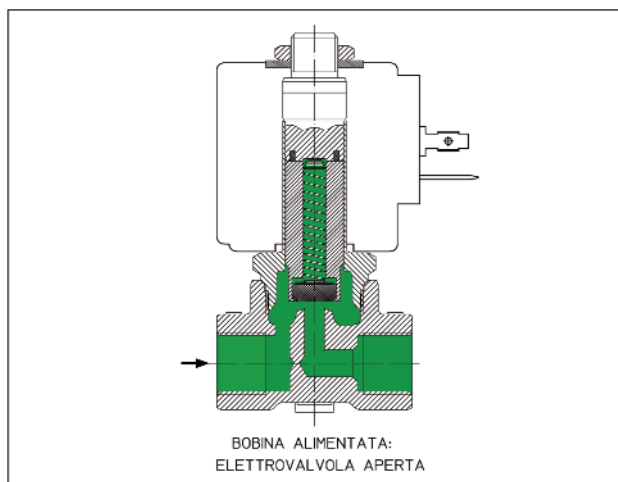


Le elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando diretto presentano un raccordo di entrata ed un raccordo di utilizzo. Il nucleo mobile, sul quale è montata una guarnizione di tenuta, provvede direttamente ad aprire e a chiudere l'orificio principale dell'elettrovalvola. Quando la bobina non è alimentata, il nucleo mobile si trova in posizione tale da chiudere l'orificio non permettendo il passaggio del fluido.

Quando invece la bobina viene alimentata, il nucleo mobile si sposta in posizione tale da aprire l'orificio permettendo il passaggio del fluido.

### Note:

In questa famiglia di elettrovalvole un aumento di pressione provoca l'aumento della forza necessaria per aprire la valvola: se la differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe non aprirsi anche a bobina alimentata.

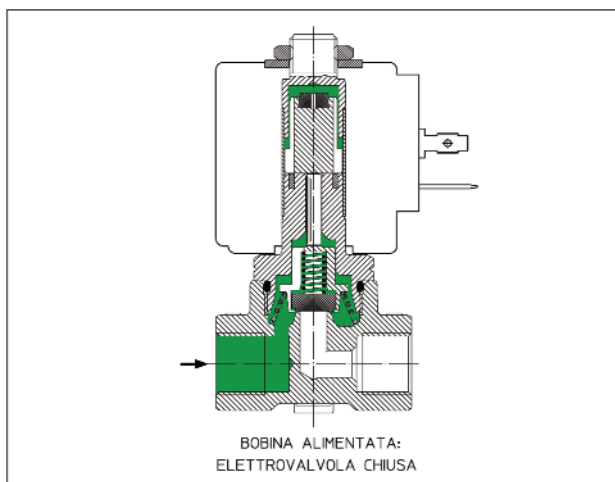
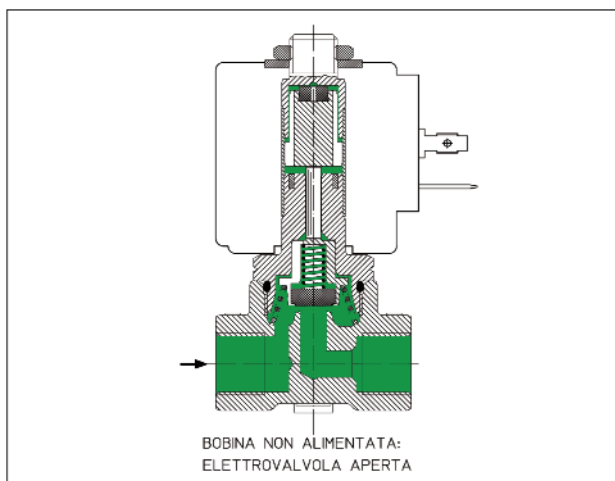




### **1.2 Elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte a comando diretto**

**Componenti principali:** corpo con orificio principale, assieme canotto + nucleo mobile + astina + assieme portaguarnizione (kit normalmente aperto), bobina.

**Funzionamento:**



Le elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte a comando diretto presentano un raccordo di entrata ed un raccordo di utilizzo. Il nucleo mobile agendo attraverso un'astina sul portaguarnizione provvede ad aprire e a chiudere l'elettrovalvola. Quando la bobina non è alimentata, il portaguarnizione, sotto l'azione di una molla, viene mantenuto in posizione tale che l'orificio risulti aperto, permettendo il passaggio del fluido.

Quando invece la bobina viene alimentata, il nucleo mobile si sposta verso il basso e, attraverso l'astina, spinge i portaguarnizione in posizione tale da chiudere l'orificio, non permettendo il passaggio del fluido.

**Note:**

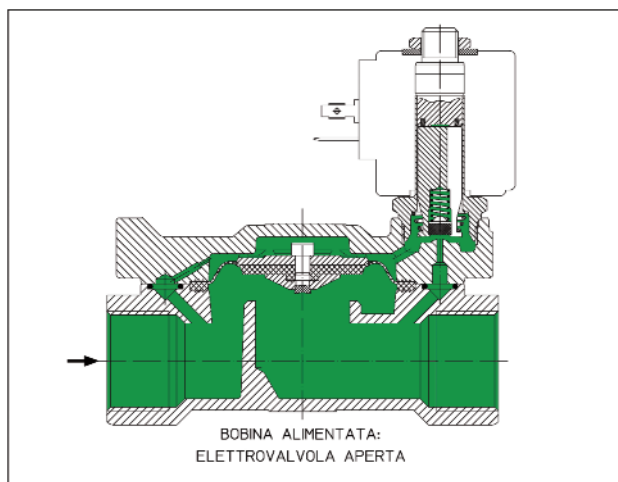
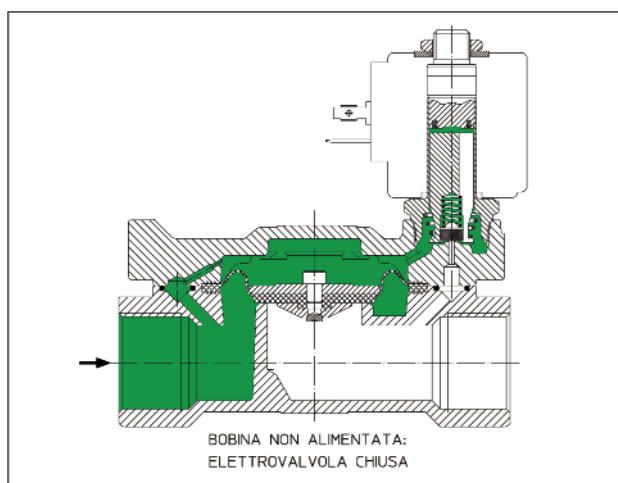
In questa famiglia di elettrovalvole un aumento di pressione provoca l'aumento della forza necessaria per aprire la valvola: se la differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe non riaprirsi anche a bobina diseccitata.



### 1.3 Elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse servocomandate

**Componenti principali:** corpo con orificio principale, coperchio con orificio pilota, assieme membrana (o pistone), assieme canotto + assieme nucleo mobile (kit normalmente chiuso), bobina.

#### Funzionamento:



Le elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse servocomandate presentano un raccordo di entrata ed un raccordo di utilizzo.

L'apertura dell'orificio principale, presente nel corpo, avviene per effetto di uno squilibrio di pressioni tra la faccia superiore e la faccia inferiore di una membrana (o di un pistone): quando la bobina non è alimentata, nella camera sopra alla membrana si ha fluido in pressione, mentre al di sotto della membrana si ha pressione solo nella zona esterna all'orificio principale: perciò la risultante delle forze sulla membrana risulta tale da spingere la membrana a chiudere l'orificio principale. Quando la bobina viene alimentata, lo spostamento del nucleo mobile su cui è montata una guarnizione, provoca l'apertura di un orificio (orificio pilota) e scarica la camera sopra alla membrana: lo squilibrio di pressioni causa lo spostamento della membrana che apre l'orificio principale.

#### Note:

In questa famiglia di elettrovalvole è necessaria un'adeguata differenza di pressione tra il raccordo di alimentazione e quello di utilizzo per garantire il corretto funzionamento dell'elettrovalvola stessa. Tuttavia un'eccessiva differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo, come sulle elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando diretto, causa un

aumento della forza necessaria per l'apertura dell'orificio pilota, per cui se questa differenza di pressione è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe non aprirsi anche a bobina alimentata.

Per il corretto funzionamento dell'elettrovalvola e per evitare il rapido deperimento della membrana, è auspicabile che, nel momento in cui si inizia a chiudere la valvola, il valore di portata non sia superiore al  $K_v$ , cioè al valore di portata garantito con perdita di carico attraverso l'elettrovalvola pari a 1 bar. Per questo, se la pressione di alimentazione a valvola aperta risulta superiore ad 1 bar, è sconsigliabile l'utilizzo della valvola a bocca libera, cioè senza un'opportuna strozzatura sulla bocca di scarico che riporti la perdita di carico sull'elettrovalvola al valore di 1 bar. Inoltre bisogna prestare particolare attenzione nella progettazione del circuito idraulico, al problema dei colpi d'ariete, che possono causare sovrappressioni tali da lacerare la membrana o danneggiare altre parti dell'elettrovalvola.

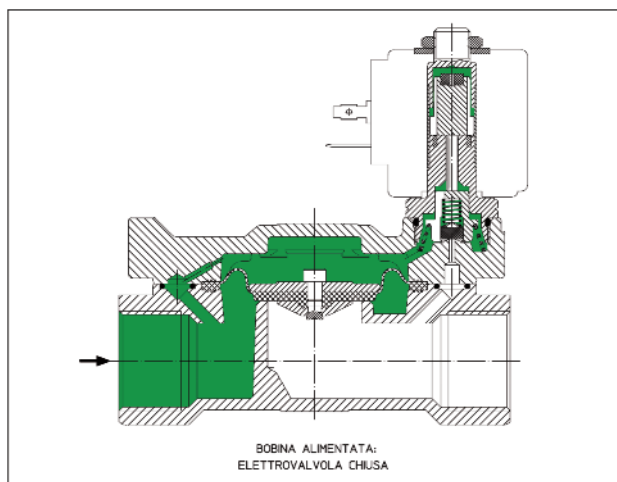
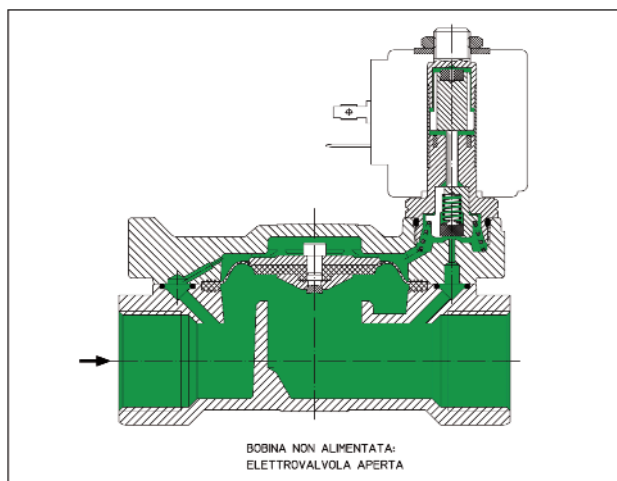




### 1.4 Elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte servocomandate

**Componenti principali:** corpo con orificio principale, coperchio con orificio pilota, assieme membrana (o pistone), assieme canotto + nucleo mobile + portaguarnizione + guarnizione (kit normalmente aperto), bobina.

**Funzionamento:**



Le elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte servocomandate presentano un raccordo di entrata ed un raccordo di utilizzo.

Il funzionamento di queste elettrovalvole è, per quanto riguarda lo spostamento della membrana, identico a quello delle elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse servocomandate, ma al posto del kit normalmente chiuso, viene montato un kit normalmente aperto che apre e chiude l'orificio pilota. In questo caso, quindi con bobina alimentata si avrà l'orificio pilota chiuso e quindi la membrana in posizione tale da chiudere l'orificio principale, mentre con bobina non alimentata, l'orificio pilota risulta aperto provocando l'apertura dell'orificio principale.

**Note:**

In questa famiglia di elettrovalvole è necessaria una minima differenza di pressione tra il raccordo di alimentazione e quello di utilizzo per garantire il corretto funzionamento dell'elettrovalvola stessa. Tuttavia un'eccessiva differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo, come sulle elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte a comando diretto, causa un aumento della forza necessaria per l'apertura dell'orificio pilota, per cui se questa differenza di pressione è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe non riaprirsi anche a bobina non alimentata.

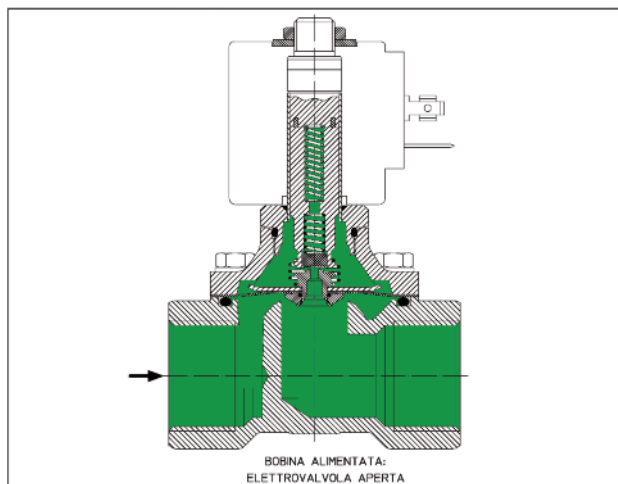
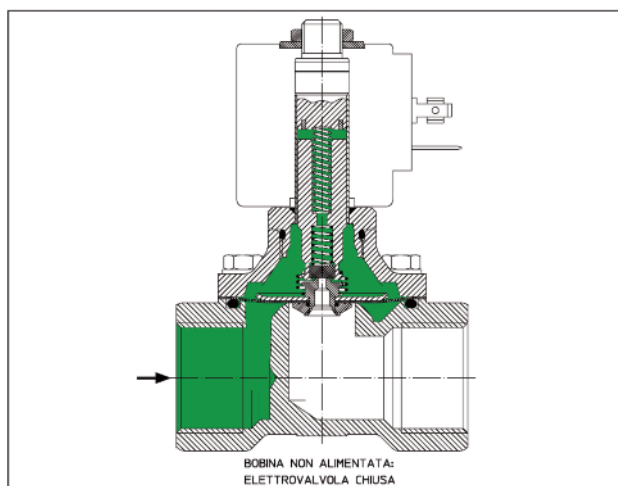
Per il corretto funzionamento dell'elettrovalvola e per evitare il rapido deperimento della membrana, è auspicabile che, nel momento in cui si inizia a chiudere la valvola, il valore di portata non sia superiore al  $K_v$ , cioè al valore di portata garantito con perdita di carico attraverso l'elettrovalvola pari a 1 bar. Per questo, se la pressione di alimentazione a valvola aperta risulta superiore ad 1 bar, è sconsigliabile l'utilizzo della valvola a bocca libera, cioè senza un'opportuna strozzatura sulla bocca di scarico che riporti la perdita di carico sull'elettrovalvola al valore di 1 bar. Inoltre bisogna prestare particolare attenzione nella progettazione del circuito idraulico, al problema dei colpi d'ariete, che possono causare sovrappressioni tali da lacerare la membrana o danneggiare altre parti dell'elettrovalvola.



## 1.5 Elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando misto

**Componenti principali:** corpo con orificio principale, coperchio, assieme membrana (o pistone), assieme canotto + assieme nucleo mobile, bobina.

**Funzionamento:**



Le elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando misto presentano un raccordo di entrata ed un raccordo di utilizzo.

L'apertura dell'orificio principale, presente nel corpo, avviene per effetto di uno squilibrio di pressioni tra la faccia superiore e la faccia inferiore di una membrana (o di un pistone) unitamente ad un'azione diretta del nucleo mobile che è vincolato alla membrana. In sostanza il funzionamento è simile a quello delle elettrovalvole servocomandate per quanto riguarda lo spostamento della membrana, con la differenza che, anche con piccole differenze di pressione tra alimentazione ed utilizzo, il funzionamento è garantito dall'azione diretta esercitata dal nucleo mobile sulla membrana. Quindi, anche in questo caso, quando la bobina non è alimentata, nella camera sopra alla membrana si ha fluido in pressione, mentre al di sotto della membrana si ha pressione solo nella zona esterna all'orificio principale: perciò la risultante delle forze sulla membrana risulta tale da spingere la membrana a chiudere l'orificio principale. Quando la bobina viene alimentata, lo spostamento del nucleo mobile su cui è montata una guarnizione, provoca l'apertura di un orificio presente sull'assieme membrana (orificio pilota) e scarica la camera sopra alla membrana; contemporaneamente il nucleo esercita una forza diretta sulla membrana aiutandola ad aprirsi. La somma di questa forza e dello squilibrio di pressioni sui due lati della membrana causa lo spostamento della membrana stessa che apre l'orificio principale.

**Note:**

In questa famiglia di elettrovalvole, a differenza di quelle servocomandate, non è necessaria una mi-

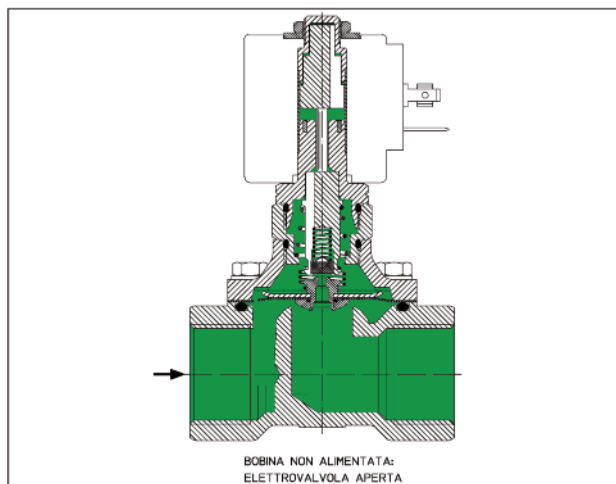
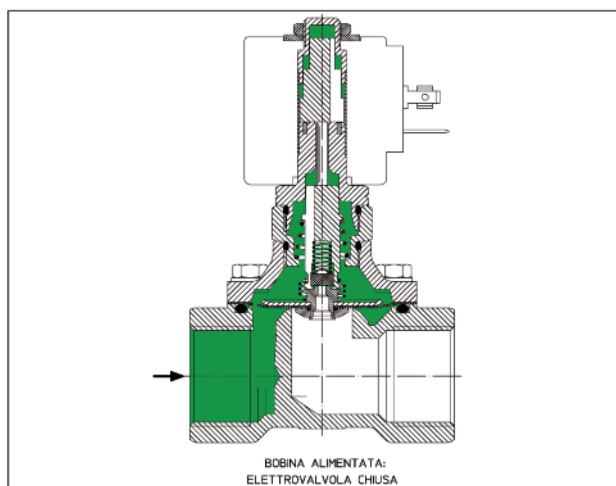
nima differenza di pressione tra il raccordo di alimentazione e quello di utilizzo per garantire il corretto funzionamento dell'elettrovalvola stessa. Tuttavia un'eccessiva differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo, come sulle elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando diretto, causa un aumento della forza necessaria per l'apertura dell'orificio pilota, per cui se questa differenza di pressione è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe non aprirsi anche a bobina alimentata. Per il corretto funzionamento dell'elettrovalvola e per evitare il rapido deterioramento della membrana, è auspicabile che, nel momento in cui si inizia a chiudere la valvola, il valore di portata non sia superiore al  $K_v$ , cioè al valore di portata garantito con perdita di carico attraverso l'elettrovalvola pari a 1 bar. Per questo, se la pressione di alimentazione a valvola aperta risulta superiore ad 1 bar, è sconsigliabile l'utilizzo della valvola a bocca libera, cioè senza un'opportuna strozzatura sulla bocca di scarico che riporti la perdita di carico sull'elettrovalvola al valore di 1 bar. Inoltre bisogna prestare particolare attenzione nella progettazione del circuito idraulico, al problema dei colpi d'ariete, che possono causare sovrappressioni tali da lacerare la membrana o danneggiare altre parti dell'elettrovalvola.



### 1.6 Elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte a comando misto

**Componenti principali:** corpo con orificio principale, coperchio, assieme membrana (o pistone), assieme canotto + assieme nucleo mobile, bobina.

#### Funzionamento:



Le elettrovalvole a 2 vie normalmente aperte a comando misto presentano un raccordo di entrata ed un raccordo di utilizzo. Il funzionamento di queste elettrovalvole è, per quanto riguarda lo spostamento della membrana, identico a quello delle elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando misto, ma al posto del kit normalmente chiuso, viene montato un kit normalmente aperto che apre e chiude l'orificio pilota. In questo caso, quindi con bobina alimentata si avrà l'orificio pilota chiuso e quindi la membrana in posizione tale da chiudere l'orificio principale, mentre con bobina non alimentata, l'orificio pilota risulta aperto provocando l'apertura dell'orificio principale.

**Note:** In questa famiglia di elettrovalvole, a differenza di quelle servocomandate, non è necessaria una minima differenza di pressione tra il raccordo di alimentazione e quello di utilizzo per garantire il corretto funzionamento dell'elettrovalvola stessa. Tuttavia un'eccessiva differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo, come sulle elettrovalvole a 2 vie normalmente chiuse a comando diretto, causa un aumento della forza necessaria per l'apertura dell'orificio pilota, per cui se questa differenza di pressione è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe non aprirsi anche a bobina non alimentata.

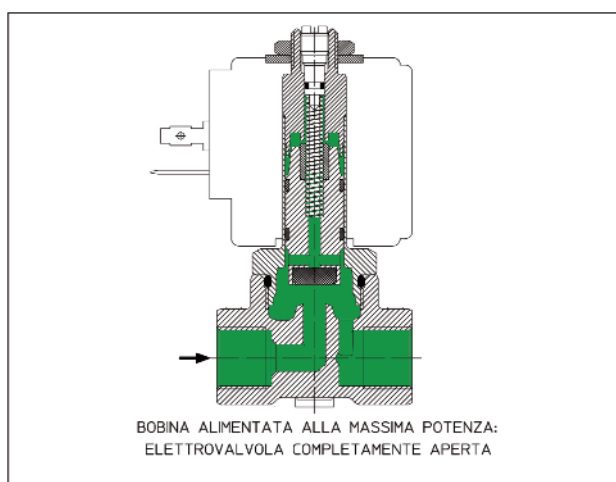
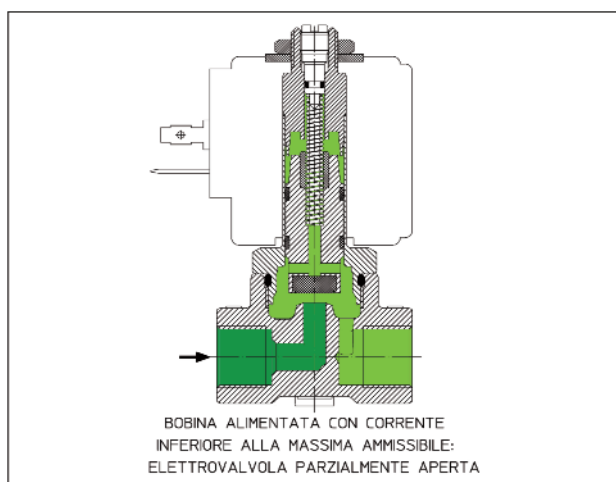
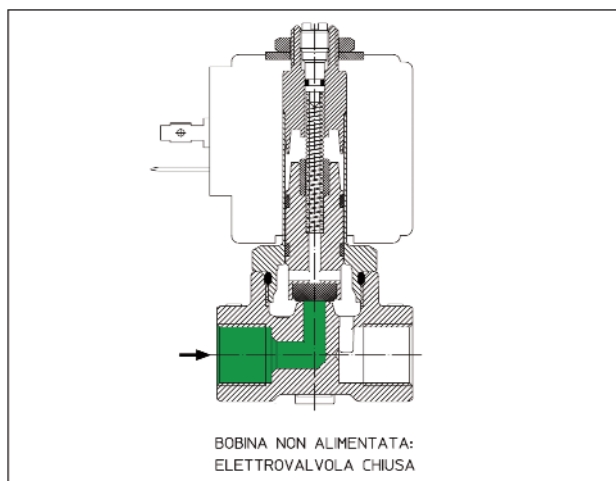
Per il corretto funzionamento dell'elettrovalvola e per evitare il rapido deperimento della membrana, è auspicabile che, nel momento in cui si inizia a chiudere la valvola, il valore di portata non sia superiore al  $K_v$ , cioè al valore di portata garantito con perdita di carico attraverso l'elettrovalvola pari a 1 bar. Per questo, se la pressione di alimentazione a valvola aperta risulta superiore ad 1 bar, è sconsigliabile l'utilizzo della valvola a bocca libera, cioè senza un'opportuna strozzatura sulla bocca di scarico che riporti la perdita di carico sull'elettrovalvola al valore di 1 bar. Inoltre bisogna prestare particolare attenzione nella progettazione del circuito idraulico, al problema dei colpi d'ariete, che possono causare sovrappressioni tali da lacerare la membrana o danneggiare altre parti dell'elettrovalvola.



## 1.7 Elettrovalvole proporzionali a comando diretto

**Componenti principali:** corpo con orificio principale, assieme canotto + vite di regolazione + nucleo mobile + guarnizione, bobina.

### Funzionamento:



Le elettrovalvole proporzionali a comando diretto presentano un raccordo di entrata ed un raccordo di utilizzo. Il nucleo mobile, sul quale è montata una guarnizione di tenuta, provvede direttamente ad aprire e a chiudere l'orificio principale dell'elettrovalvola.

A differenza delle elettrovalvole a due vie normalmente chiuse, per le quali si hanno solo due stati, aperta o chiusa, un'elettrovalvola proporzionale è in grado di aprirsi parzialmente in funzione della corrente che viene fatta scorrere nella bobina.

Attraverso la vite di regolazione, si può tarare l'elettrovalvola in modo che, a bobina non alimentata, garantisca la tenuta perfetta alla massima pressione di progetto.

Per chiarimenti riguardo i metodi utilizzati per l'alimentazione e il controllo di questo tipo di elettrovalvole, si faccia riferimento alla scheda relativa al funzionamento di queste valvole in questa stessa sezione. E' importante notare che le elettrovalvole proporzionali utilizzano sempre bobine in corrente continua. (DC)

### Note:

La locuzione "sotto spillo" indica il fatto che il fluido entra nell'elettrovalvola da sotto l'orificio. Nelle elettrovalvole proporzionali a comando diretto, che appunto vengono alimentate "sotto spillo" come le elettrovalvole a tre vie, un aumento di pressione provoca la diminuzione della forza necessaria per aprire la valvola: se la differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo è superiore al valore massimo per cui è stata tarata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe aprirsi anche a bobina non alimentata. Le elettrovalvole proporzionali vengono tarate una per una in sede di montaggio e collaudo tramite la vite di regolazione inserita nel nucleo fisso: un'eventuale modifica di questa taratura può comportare un differente comportamento dell'elettrovalvola rispetto ai dati riportati sull'etichetta.

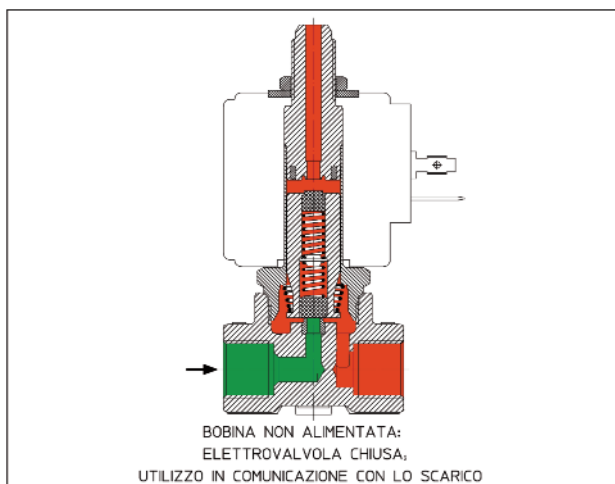


### 2.1 Elettrovalvole a 3 vie normalmente chiuse a comando diretto

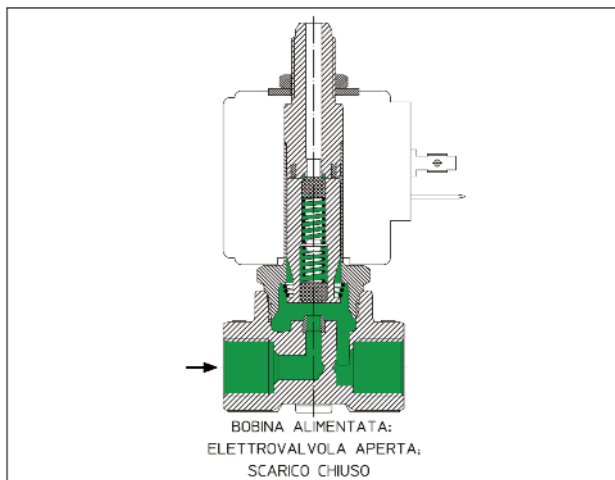
**Componenti principali:** corpo con orificio, assieme canotto + nucleo fisso + nucleo mobile + 2 guarnizioni (kit 3 vie), bobina.

#### **Funzionamento:**

Le elettrovalvole a 3 vie normalmente chiuse presentano un raccordo di entrata, un raccordo di utilizzo ed un raccordo di scarico. Il nucleo



mobile, sul quale sono montate due guarnizioni di tenuta, provvede direttamente ad aprire e a chiudere l'orificio principale dell'elettrovalvola con una delle due guarnizioni e, contemporaneamente, apre o chiude l'orificio di scarico con l'altra guarnizione. Quando la bobina non è alimentata, il nucleo mobile si trova in posizione tale da chiudere l'orificio principale non permettendo il passaggio del fluido dal raccordo di alimentazione a quello di utilizzo. Il raccordo di utilizzo, invece, è in comunicazione con il raccordo di scarico.



Quando la bobina viene alimentata, il nucleo mobile si sposta in posizione tale da aprire l'orificio principale e da chiudere l'orificio di scarico permettendo il passaggio del fluido dal raccordo di alimentazione a quello di utilizzo e impedendo il passaggio verso il raccordo di scarico.

#### **Note:**

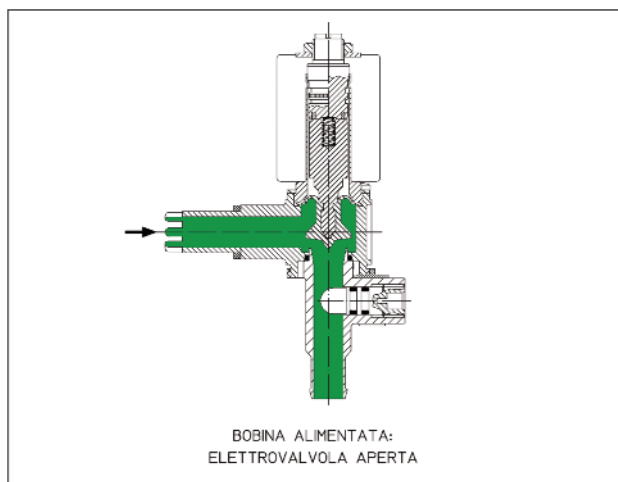
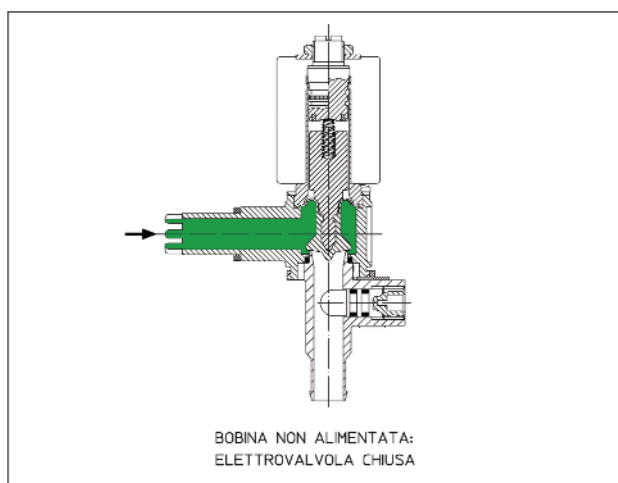
La locuzione "sotto spillo" indica il fatto che il fluido entra nell'elettrovalvola da sotto l'orificio. Nelle elettrovalvole a 3 vie, che appunto vengono alimentate "sotto spillo", un aumento di pressione provoca la diminuzione della forza necessaria per aprire la valvola: se la differenza di pressione tra l'alimentazione e l'utilizzo è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe aprirsi anche a bobina non alimentata.



### 3.1 Elettrovalvole a caduta singole.

**Componenti principali:** corpo, corpo inferiore con orificio, assieme canotto + nucleo fisso + nucleo mobile + guarnizione a cappuccio (kit 2 vie), bobina.

**Funzionamento:**



Le elettrovalvole a caduta singole presentano un raccordo di entrata e un raccordo di utilizzo sul quale si trova, generalmente, un piccolo raccordo a cui attaccare un tubetto di sfiato. Il nucleo mobile, sul quale è calzata la guarnizione di tenuta a cappuccio, provvede direttamente ad aprire e a chiudere l'orificio come avviene nelle elettrovalvole a due vie normalmente chiuse.

Quando la bobina non è alimentata, il nucleo mobile si trova in posizione tale da chiudere l'orificio non permettendo il passaggio del fluido dal raccordo di alimentazione a quello di utilizzo.

Quando la bobina viene alimentata, il nucleo mobile si sposta in posizione tale da aprire l'orificio permettendo il passaggio del fluido dal raccordo di alimentazione a quello di utilizzo.

La guarnizione a cappuccio, oltre ad assolvere il compito di aprire e chiudere l'orificio, provvede a tenere separato il fluido dall'assieme canotto - nucleo mobile, evitando il deposito di calcare nel canotto.

Sul raccordo di utilizzo, in genere è presente una vite di regolazione che permette di modificare le

caratteristiche di portata dell'elettrovalvola, parzializzando il condotto. Queste elettrovalvole sono adatte ad impieghi con basse pressioni.

**Note:**

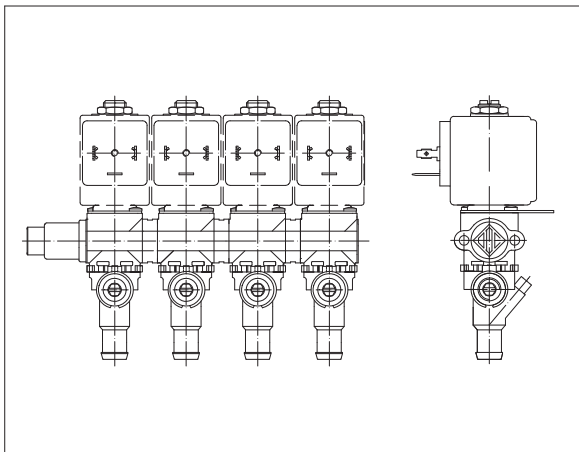
In questa famiglia di elettrovalvole un aumento di pressione di alimentazione provoca la diminuzione della forza necessaria per aprire la valvola: se la pressione di alimentazione è superiore al valore massimo per cui è stata progettata l'elettrovalvola, quest'ultima potrebbe aprirsi anche a bobina non alimentata. Sul corpo inferiore delle elettrovalvole a caduta, oltre al raccordo di utilizzo è presente un raccordo di sfiato al quale normalmente viene collegato un tubetto di gomma. Questo accorgimento garantisce un miglior efflusso del liquido dell'elettrovalvola e quindi una portata più costante.



### **3.2 Gruppetti di elettrovalvole a caduta .**

**Componenti principali:** basette, corpi inferiori con orifici, assiemi canotto + nuclei fissi + nuclei mobili + guarnizioni a cappuccio (kit 2 vie), bobine.

**Funzionamento:**



I gruppetti di elettrovalvole a caduta, dal punto di vista funzionale sono identici alle elettrovalvole a caduta singole. L'unica differenza è che possono essere accoppiate in modo tale da formare un gruppo di elettrovalvole che presenta un raccordo di alimentazione e diversi utilizzi ognuno dei quali può essere aperto alimentando la bobina corrispondente.

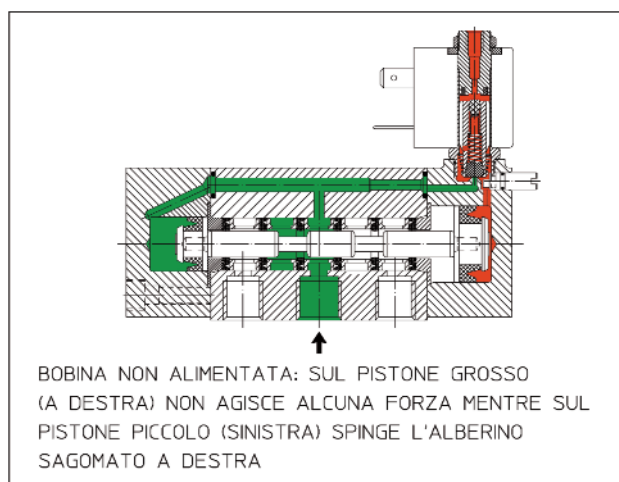
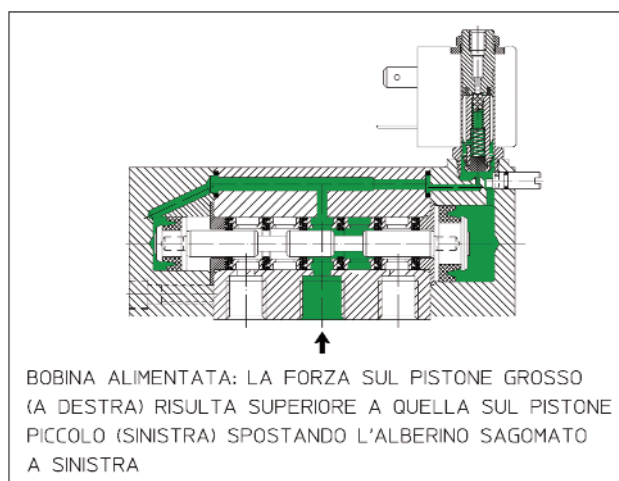
Il numero dei componenti del gruppetto è teoricamente illimitato, ma normalmente non vengono realizzati gruppetti con più di 4 ÷ 5 elementi.



#### 4 Elettrovalvole a 5 vie

**Componenti principali:** corpo elettrovalvola, alberino sagomato, pistoni, eventuale molla, kit 3vie, bobina.

**Funzionamento:**



Le elettrovalvole a 5 vie si dividono in due gruppi distinti: quelle a ritorno pneumatico e quelle a ritorno a molla.

Nelle elettrovalvole a 5 vie a ritorno pneumatico, in seguito all'alimentazione o non alimentazione della bobina e alla conseguente apertura o chiusura di un orificio pilota, si viene a creare uno squilibrio di forze su due pistoni di sezione diversa vincolati ad un alberino opportunamente sagomato. Quest'ultimo, spostandosi, mette in comunicazione il raccordo di alimentazione (racordo 1- vedi pagine di catalogo) con uno degli altri 4 raccordi e mette in scarico alcuni di questi chiudendone o aprendone altri, secondo schemi specifici di ogni singola valvola. La chiusura dell'orificio pilota causa il ritorno dell'alberino sagomato alla posizione iniziale per effetto di un gioco di pressioni.

Nelle elettrovalvole a 5 vie a ritorno a molla, invece del pistone piccolo vi è una molla che svolge la funzione di far tornare il pistone nella posizione iniziale, quando viene tolta l'alimentazione dalla bobina e quindi viene chiuso l'orificio pilota.

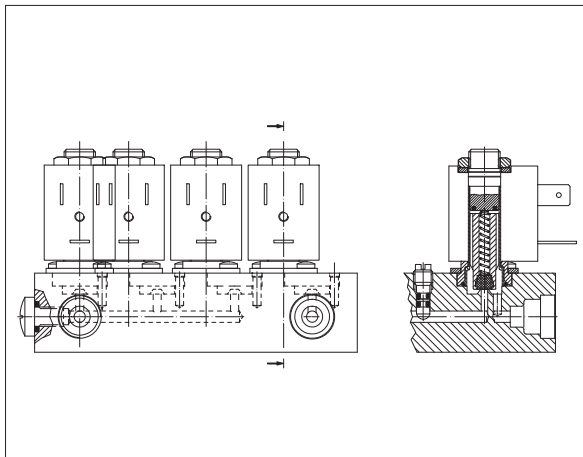
**Note:**

Per il corretto funzionamento dell'elettrovalvola, è necessario che vi sia una pressione minima specificata per ogni tipo di elettrovalvola, al raccordo di alimentazione (racordo 1).





## **5 Elettrovalvole e gruppetti speciali**



La ODE si caratterizza per la progettazione e la realizzazione di elettrovalvole o gruppetti speciali realizzati per le esigenze del singolo cliente. Nel caso che nessuna delle elettrovalvole a catalogo soddisfi completamente le esigenze del cliente, per quantità da definirsi di volta in volta, è possibile intraprendere il progetto di una nuova elettrovalvola o di un gruppetto specifici. Attualmente la ODE produce un elevato numero di queste valvole "speciali", che, nella maggioranza dei casi, prevedono il montaggio di uno o più kit delle

elettrovalvole di normale produzione, su basette di materiali diversi, disegnate in base alle esigenze specifiche del cliente. Si potranno così avere gruppetti che uniscono funzioni di elettrovalvole diverse tra loro come le 2 vie, le 3 vie, le elettrovalvole a caduta.

Spesso questi gruppetti vengono realizzati per sposare le esigenze di montaggio in spazi ristretti di più elettrovalvole che svolgono compiti diversi con inoltre il vantaggio di contenere sensibilmente i costi.

In figura è riportato un esempio di gruppetto che utilizza 4 kit a 2 vie normalmente chiusi e presenta raccordi progettati per soddisfare una richiesta particolare di un cliente.



### Descrizione generale

Le Elettrovalvole Proporzionali ODE permettono di controllare la portata del fluido che le attraversa tramite la variazione della corrente che scorre nella bobina.

Questa è la principale differenza tra questo tipo di elettrovalvole e quelle di tipo tradizionale, per le quali la portata del fluido è determinata esclusivamente dalla differenza tra la pressione a monte e a valle dell'elettrovalvola stessa ( $\Delta P$ ).

Se, a parità di  $\Delta P$ , si ha necessità di disporre di portate differenti, le elettrovalvole proporzionali sono adatte a risolvere il problema.

Dal punto di vista pratico, pur montando bobine in corrente continua, per queste elettrovalvole è previsto un tipo di alimentazione particolare, che permette di dosare la corrente che scorre effettivamente nella bobina variando un parametro noto come "duty-cycle", che è direttamente collegato alla corrente che scorre nella bobina (vedi paragrafo "Cenni sull'elettronica di controllo").

### Descrizione tecnica

Si è accennato che con questo tipo di elettrovalvole, la portata è determinata dalla corrente che scorre nella bobina oltre che dal  $\Delta P$ .

Si potranno quindi stilare delle curve di portata dove uno di questi parametri sarà mantenuto fisso mentre l'altro sarà la variabile indipendente.

Per esempio, si possono tracciare diversi diagrammi con  $\Delta P$  preso come parametro (per es. 1 bar, 2 bar, 3 bar ecc..) nei quali la portata risulta funzione della corrente nella bobina (che viene determinata attraverso la variazione del duty-cycle; vedi paragrafo "Cenni sull'elettronica di controllo").

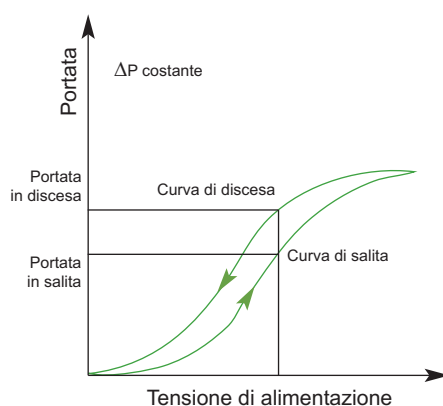
E' importante notare che, al variare del  $\Delta P$ , a parità di corrente che scorre nella bobina, si avranno portate differenti. Sarà bene, perciò, se si desidera avere una portata direttamente legata alla sola corrente di alimentazione (e quindi al duty-cycle), che il  $\Delta P$  abbia un valore costante. In caso contrario la portata ne verrà influenzata.

E' altresì importante notare che più aumenta il  $\Delta P$ , minore dovrà essere la corrente di alimentazione (cioè il duty-cycle) perché la valvola inizi ad aprire e perché si abbia, in generale, una determinata portata.

### Isteresi

Per spiegare questo fenomeno vale la pena di descrivere come si svolge la prova di laboratorio che ci permette di stilare i grafici portata - duty-cycle a pressione costante.

Si porta il  $\Delta P$  ad un valore che dovrà rimanere costante, poi si alimenta la valvola con duty-cycle via via crescente e si rileva la portata relativa ad alcuni valori di duty-cycle (per esempio 50%, 60%, 70% ecc.). Giunti al 100% del duty-cycle, si inizia a scendere e si misura la portata per gli stessi valori: in generale i valori di portata rilevati durante la chiusura (duty-cycle decrescente), saranno leggermente superiori a quelli rilevati durante l'apertura a parità di segnale (duty-cycle crescente). Questo fenomeno prende il nome di isteresi di portata e bisognerà tenerne conto nell'utilizzo dell'elettrovalvola.





### Altri parametri

Altri parametri riportati a catalogo sono:

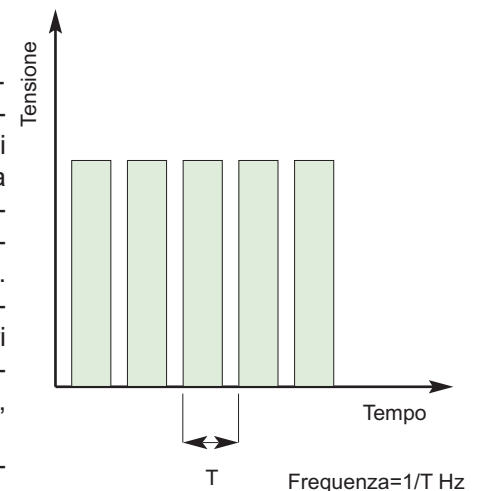
- la ripetibilità, che indica l'errore massimo che si commette ripetendo la prova con procedure identiche ( $\Delta P$ , fase di salita o di discesa ecc.)
- la sensibilità, che indica l'incremento minimo da dare alla tensione per ottenere una variazione di portata (a  $\Delta P$  costante).

### Cenni sull'elettronica di controllo

Abbiamo detto che l'elettrovalvola monta una bobina in CORRENTE CONTINUA.

In realtà ai capi della bobina deve arrivare una tensione ad IMPULSI RETTANGOLARI, come riportato in figura. L'elettronica da noi progettata, provvede a fornire questo tipo di alimentazione alla bobina, consentendo di controllare il valore del duty-cycle attraverso un segnale di controllo che va da 0 a 10 Volt. Controllando il duty-cycle si controlla la corrente che, mediamente, scorre nella bobina. Più è alto il duty-cycle, maggiore è la corrente che scorre nella bobina e maggiore sarà l'apertura dell'elettrovalvola. Nel caso che si provveda ad alimentare l'elettrovalvola con elettronica diversa da quella ODE, si consiglia di fornire alla bobina impulsi rettangolari con frequenza compresa tra i 400 Hz e i 700 Hz. Con frequenze leggermente diverse, si potranno avere prestazioni inferiori in termini di isteresi, ripetibilità e sensibilità.

Per ottenere l'effetto proporzionale, si dovrà controllare l'ampiezza dell'impulso di tensione nella direzione del tempo (Duty Cycle). Un altro sistema di utilizzo di un'elettrovalvola proporzionale è quello di variare direttamente la tensione ai capi della bobina: questo sistema non è consigliato in quanto aumenta l'isteresi dell'elettrovalvola, oltre ad essere più complicato da realizzare in apparecchiature dotate di controlli elettronici.



### Applicazioni tipiche

Settore elettromedicale.  
Automazione industriale.  
Controllo di processi integrale-derivato.



## MODI DI PROTEZIONE

Un'esplosione è causata dalla presenza contemporanea dei seguenti 3 FATTORI:

- 1) Comburente: ossigeno nell'aria (sempre presente).
- 2) Combustibile: può essere in forma di gas, vapore o polvere.
- 3) Energia di accensione: può derivare da fenomeni elettrici o termici.

Può non essere necessaria la presenza di una scintilla o di una fiamma per innescare l'esplosione: il semplice innalzamento della temperatura superficiale di qualche componente di un'apparecchiatura, superiore alla temperatura di accensione del gas presente nell'atmosfera può causare un'esplosione.

Per eliminare uno dei tre fattori che possono causare l'esplosione, si applicano alle apparecchiature alcune misure di protezione definite dal **MODO DI PROTEZIONE**.

Simbolo del modo		Definizione
“d”		CUSTODIA A PROVA DI ESPLOSIONE Si racchiudono i particolari che possono innescare un'atmosfera pericolosa in una custodia in grado di resistere alla pressione sviluppata da un'esplosione interna di una miscela esplosiva e di impedire la trasmissione dell'esplosione all'atmosfera circostante.
“e”		SICUREZZA AUMENTATA La possibilità di temperature eccessive o la presenza di archi elettrici o scintille all'interno e sulle parti esterne del materiale elettrico vengono eliminate grazie a misure di sicurezza a coefficiente elevato, in modo da evitarne la comparsa durante il normale funzionamento.
“i”	“ia”	SICUREZZA INTRINSECA Circuito all'interno del quale nessuna scintilla né alcun effetto termico prodotto nelle condizioni di prova previste dalla normativa (funzionamento normale ed in caso di guasto), è in grado di provocare l'accensione di una data atmosfera esplosiva.
	“ib”	
“m”		INCAPSULAMENTO IN RESINA Un incapsulamento in resina racchiude i pezzi che, attraverso scintille o riscaldamento, potrebbero causare l'accensione di un'atmosfera esplosiva.
“o”		IMMERSIONE IN OLIO Il materiale elettrico viene immerso in olio.
“p”		SOVRAPPRESSIONE INTERNA Sovrappressione interna, mantenuta rispetto all'atmosfera, con un gas neutro di protezione.
“q”		IMMERSIONE SOTTO SABBIA La custodia viene riempita di materiale polverulento
“de”		MISTO Modi “d” ed “e” adottati contemporaneamente.

Nelle atmosfere pericolose, per disposizione legislativa, in Italia si possono impiegare esclusivamente apparecchiature conformi alle norme europee armonizzate “EEx”, certificate da un laboratorio autorizzato e recanti il marchio distintivo comunitario.

Poiché in alcuni paesi esistono modi di protezione locali non riconosciuti dal CENELEC, elenchiamo alcuni di essi:

- Modo di protezione non incendiario “N” (CEI 79-15) per zona 2 (Paesi bassi e Regno Unito)
- Modo di protezione ermetica “H” (Paesi Bassi)
- Modo di protezione “S” (Paesi Bassi e Germania)
- Norma ICS-6 ANSI/NEMA 7,9 (U.S.A)



## PARAMETRI PER LA SCELTA DEL MODO DI PROTEZIONE

La scelta del modo di protezione dipende dal luogo dove dovranno essere installate le apparecchiature (classe e zona) e successivamente dal tipo di atmosfera presente.

I centri di pericolo sono i luoghi dell'impianto dove può crearsi un'atmosfera pericolosa durante il normale funzionamento o a causa di guasti. In Italia la classificazione delle aree di pericolo è regolata dalla normativa CEI 64-2 di cui diamo di seguito dei cenni.

## ATMOSFERA PERICOLOSA:

Atmosfera pericolosa è un'atmosfera formata, o ragionevolmente suscettibile di formarsi, dalla miscela con aria, alle condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori, nebbie o polveri in proporzioni tali che un fenomeno termico (temperatura eccessiva, arco elettrico o scintilla) possa provocarne l'esplosione.

## LUOGO PERICOLOSO

I luoghi pericolosi sono suddivisi nelle seguenti quattro classi (in funzione delle sostanze presenti):

- C0 (luoghi di CLASSE 0): luoghi contenenti sostanze esplosive
- C1 (luoghi di CLASSE 1): luoghi contenenti sostanze infiammabili sotto forma di gas o vapori in quantità minime indicate dalle norme.
- C2 (luoghi di CLASSE 2): luoghi contenenti polveri infiammabili (E=elettroconduttrici; NE= non elettroconduttrici).
- C3 (luoghi di CLASSE 3): luoghi contenenti sostanze infiammabili in quantità inferiori ai minimi indicati per la classe 1.

## ZONA PERICOLOSA

Zona dove è possibile la presenza di un'atmosfera pericolosa. Si hanno quattro tipi di zona pericolosa dipendenti dal fatto che l'atmosfera pericolosa sia:

- permanente o per lunghi periodi di tempo ( ZONA 0)
- intermittente in servizio normale ( ZONA 1)
- episodica o per brevi periodi di tempo (ZONA 2)
- presente per periodi inferiori a 0,01 ora all'anno. (ZONA R)

La sicurezza richiesta dipende dalla CLASSE abbinata alla qualifica della ZONA

CLASSE DEL LUOGO PERICOLOSO	QUALIFICA ZONE	TIPI DI IMPIANTI ELETTRICI A SICUREZZA				
		"d"	"ia"	"ib"	"e"	"m"
C0	C0Z0	V	I	V	V	V
	C0Z1	R	I	V	V	V
	C0Z2	R	R	I	V	V
	C0ZR	R	R	R	R	R
C1	C1Z0	V	I	V	V	V
	C1Z1	I	R	I	I	V
	C1Z2	R	R	R	R	I
	C1ZR	R	R	R	R	R
C2	E	R	R	I	R	I
	NE	R	R	R	R	R
C3	C3Z1	I	R	I	I	V
	C3Z2	R	R	R	R	R

R      Ridondante  
I      Idoneo  
V      Vietato



## GRUPPO

Per le apparecchiature di CLASSE 1 (C1), le norme prevedono un'ulteriore classificazione in base al luogo di installazione ed al tipo di gas che può essere presente. Si ha pertanto una suddivisione in 2 gruppi:

GRUPPO I = Apparecchiature da usare nelle miniere.

GRUPPO II = Apparecchiature per installazione di superficie.

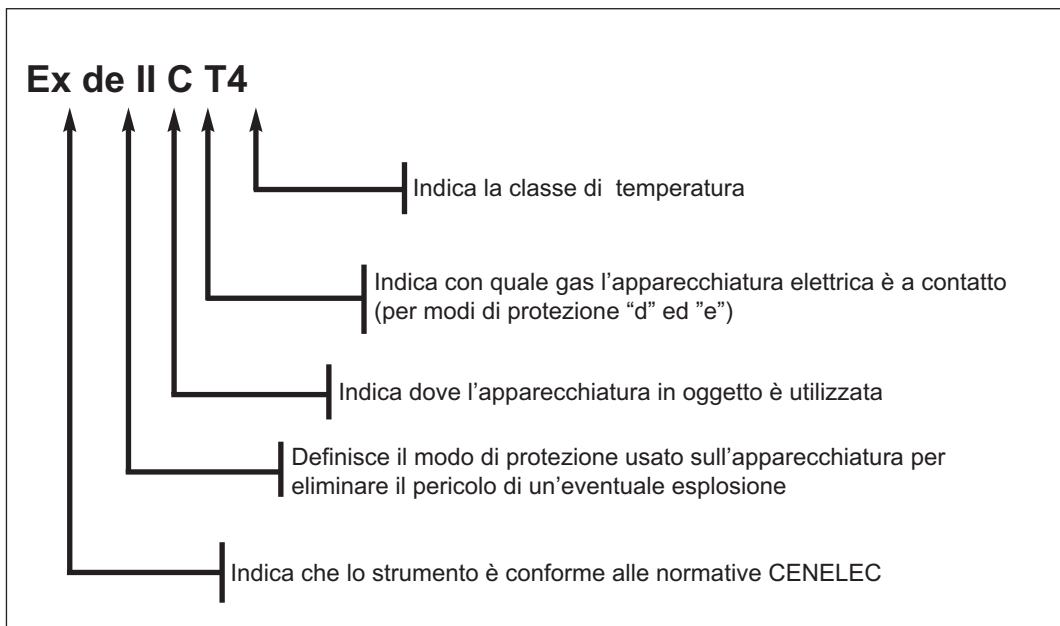
Il GRUPPO II viene ulteriormente suddiviso in base all'atmosfera alla quale le apparecchiature sono destinate. Per i modi di protezione "d" ed "i" la normativa definisce tre sottogruppi (A-B-C) che identificano i gas con cui l'apparecchiatura viene a contatto.

## CLASSE DI TEMPERATURA

Per tutte le apparecchiature del GRUPPO II le norme prevedono anche una classificazione in base alla massima temperatura superficiale che l'apparecchiatura stessa può sviluppare, sia durante il normale funzionamento che a causa dell'insorgere di eventuali guasti. Le temperature sono riferite ad una temperatura ambiente di 40°C

TIPO DI GAS		CLASSE DI TEMPERATURA Max temperatura superficiale (C°)						
GRUPPO	DENOMINAZIONE	Temperatura di accensione	T1 450°	T2 300°	T3 200°	T4 135°	T5 100°	T6 85°
II	A	acetone	540°C	●				
		acido acetico	485°C	●				
		ammoniaca	630°C	●				
		etano	515°C	●				
		cloruro di metilene	556°C	●				
		metano (CH <sub>4</sub> )	595°C	●				
		ossido di carbonio	605°C	●				
		propano	470°C	●				
		n-butano	365°C		●			
		n-butil	370°C		●			
	B	idrogeno solforato	270°C			●		
		n-esano	240°C			●		
		acetaldeide	140°C				●	
		etere etilico	170°C				●	
		nitrito di etile	90°C					●
	C	etilene	425°C		●			
		etil ossido	429°C-440°C		●			
		acetilene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	305°C		●			
		bisolfuro di carbonio (CS <sub>2</sub> )	102°C				●	
		idrogeno (H <sub>2</sub> )	560°C	●				





Le apparecchiature da installare in atmosfera pericolosa, debbono essere identificate tramite un codice che ne specifichi tutte le caratteristiche.

Le certificazioni attualmente disponibili sono:

Ex	d	II	C	T4	(Ø 13)
Ex	m	II		T4	(Ø 10)



Grandezza	Nome	Simbolo
Lunghezza	metro	m
Massa	kilogrammo	kg
Tempo	secondo	s
Intensità di corrente elettrica	ampere	A
Temperatura termodinamica	kelvin	K
Quantità di sostanza	mole	mol
Intensità luminosa	candela	cd
Angolo piano	radiante	rad
Angolo solido	steradiano	sr

Significato dei prefissi comunemente utilizzati per diverse unità di misura:

Prefisso	Simbolo	Fattore	
exa	.....E	..... $10^{18}$	
peta	.....P	..... $10^{15}$	
tera	.....T	..... $10^{12}$	(attenzione alla nota)
giga	.....G	..... $10^9$	(attenzione alla nota)
mega	.....M	..... $10^6$	
kilo	.....k	..... $10^3$	
etto	.....h	..... $10^2$	
deca	.....da	..... $10^1$	
deci	.....d	..... $10^{-1}$	
centi	.....c	..... $10^{-2}$	
milli	.....m	..... $10^{-3}$	
micro	..... $\mu$	..... $10^{-6}$	
nano	.....n	..... $10^{-9}$	
pico	.....p	..... $10^{-12}$	
femto	.....f	..... $10^{-15}$	
atto	.....a	..... $10^{-18}$	

Nota: il termine "bilione" in Italia, Germania ed Inghilterra ha il significato di  $10^{12}$  mentre in America (U.S.A.) ed in Francia ha il significato di  $10^9$ . Nel caso che venga utilizzato questo termine, è perciò buona norma richiedere una chiarificazione esplicita del suo significato, onde evitare equivoci.



L'unità di misura di pressione del Sistema Internazionale è il **PASCAL**. Simbolo: **Pa**.  $1\text{Pa} = 1\text{ N/m}^2$ .

Altre unità utilizzate:

- **Bar** .....  $1\text{ Bar} = 10^5\text{ Pa}$
- **At=Kg/cm<sup>2</sup>**(atmosfera tecnica).....  $1\text{ At} = 9,8066 \times 10^4\text{ Pa}$
- **Psi** (Pound/square inch).....  $1\text{ Psi} = 6,894757 \times 10^3\text{ Pa}$
- **Atm** (atmosfera fisica).....  $1\text{ Atm} = 101,325 \times 10^3\text{ Pa}$
- **mm Hg** (Millimetri di mercurio).....  $1\text{ mm Hg} = 133,322\text{ Pa}$
- **m H<sub>2</sub>O** (metri di acqua).....  $1\text{ m H}_2\text{O} = 9,80665 \times 10^3\text{ Pa}$

Pa	Bar	Psi	Atm	At(Kg/cm <sup>2</sup> )	mm Hg	m H <sub>2</sub> O
2.000	0,02	0,29	0,02	0,02	15,001	0,204
4.000	0,04	0,58	0,039	0,041	30,003	0,408
6.000	0,060	0,87	0,059	0,061	45,004	0,612
8.000	0,08	1,16	0,079	0,082	60,005	0,816
10.000	0,1	1,45	0,099	0,102	75,006	1,02
20.000	0,2	2,901	0,197	0,204	150,013	2,039
30.000	0,3	4,351	0,296	0,306	225,019	3,059
40.000	0,4	5,802	0,395	0,408	300,026	4,079
50.000	0,5	7,252	0,493	0,51	375,032	5,099
100.000	1	14,504	0,987	1,02	750,064	10,197
150.000	1,5	21,756	1,48	1,53	1.125,096	15,296
200.000	2	29,008	1,974	2,039	1.500,128	20,394
250.000	2,5	36,26	2,467	2,549	1.875,159	25,493
300.000	3	43,512	2,961	3,059	2.250,191	30,591
350.000	3,5	50,764	3,454	3,569	2.625,223	35,69
400.000	4	58,016	3,948	4,079	3.000,255	40,789
450.000	4,5	65,268	4,441	4,589	3.375,287	45,887
500.000	5	72,519	4,935	5,099	3.750,319	50,986
600.000	6	87,023	5,922	6,118	4.500,383	61,183
700.000	7	101,527	6,908	7,138	5.250,446	71,38
800.000	8	116,031	7,895	8,158	6.000,51	81,577
900.000	9	130,535	8,882	9,178	6.750,574	91,774
1.000.000	10	145,039	9,869	10,197	7.500,638	101,972
2.000.000	20	290,078	19,738	20,395	15.001,275	203,943
3.000.000	30	435,117	29,608	30,592	22.501,913	305,915
4.000.000	40	580,156	39,477	40,789	30.002,55	407,886
5.000.000	50	725,195	49,346	50,986	37.503,188	509,858



L'unità di misura di temperatura del Sistema Internazionale è il **Kelvin**. Simbolo: **K**.  
Altre unità utilizzate sono riportate in tabella:

K	°C	°F
0	-273,16	-459,688
243,16	-30	-22
248,16	-25	-13
253,16	-20	-4
258,16	-15	5
263,16	-10	14
268,16	-5	23
273,16	0	32
278,16	5	41
283,16	10	50
288,16	15	59
293,16	20	68
298,16	25	77
303,16	30	86
313,16	40	104
323,16	50	122
333,16	60	140
343,16	70	158
353,16	80	176
363,16	90	194
373,16	100	212
383,16	110	230
393,16	120	248
403,16	130	266
413,16	140	284
423,16	150	302
433,16	160	320
443,16	170	338
453,16	180	356
463,16	190	374
473,16	200	392

Formule per passare da un'unità all'altra:  $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,16$   
 $T(^{\circ}\text{F}) = (T(\text{K}) - 273,16) \times 9/5 + 32$



L'unità di misura di forza del Sistema Internazionale è il **Newton**. Simbolo: **N**.

Altre unità di forza:

- **Kgf** (Kilogrammo forza).....1 kg<sub>f</sub> = 9,8665 N
- **lb** (Pound).....1 lb = 4,4482 N
- **Kip** (kilopound).....1 kip = 4448,2 N
- **p** (pond ).....1 p = 9,80665 x 10<sup>-3</sup> N
- **kp** (Kilopond).....1 kp = 9,80665 N
- **oz** (ounce).....1 oz = 0,2780 N
- **pdl** (poundal).....1 pdl = 0,1382 N

N	Kgf	lb	kip	p	kp	oz	pdl
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,101	0,225	0,00022	102	0,102	3,6	7,24
2	0,203	0,45	0,00045	204	0,204	7,19	14,47
3	0,304	0,674	0,00067	306	0,306	10,79	21,71
4	0,405	0,899	0,0009	408	0,408	14,39	28,94
5	0,507	1,124	0,00112	510	0,51	17,99	36,18
6	0,608	1,349	0,00135	612	0,612	21,58	43,42
7	0,709	1,574	0,00157	714	0,714	25,18	50,65
8	0,811	1,798	0,0018	816	0,816	28,78	57,89
9	0,912	2,023	0,00202	918	0,918	32,37	65,12
10	1,014	2,248	0,00225	1.020	1,02	35,97	72,36
20	2,027	4,496	0,0045	2.039	2,039	71,94	144,72
30	3,041	6,744	0,00674	3.059	3,059	107,91	217,08
40	4,054	8,992	0,00899	4.079	4,079	143,88	289,44
50	5,068	11,241	0,01124	5.099	5,099	179,91	361,79
60	6,081	13,489	0,01349	6.118	6,118	215,83	434,15
70	7,095	15,737	0,01574	7.138	7,138	251,8	506,51
80	8,108	17,985	0,1798	8.158	8,158	287,77	578,87
90	9,122	20,233	0,02023	9.177	9,177	323,74	651,23
100	10,135	22,481	0,02248	10.197	10,197	359,71	723,59
500	50,677	112,405	0,11241	50.986	50,986	1.798,56	3.617,95
1.000	101,353	224,81	0,22481	101.972	101,972	3.597,12	7.235,89



L'unità di misura di potenza del Sistema Internazionale è il **Watt**. Simbolo: **W**.  $1W = 1 \text{ Joule/sec}$ .

Altre unità di potenza :

- **CV = HP** (Cavallo Vapore)  $1CV = 1HP = 735W$
- **Kcal/h** (Kilocalorie all'ora)  $1Kcal/h = 1,162 W$
- **erg/sec**  $1 \text{ erg/sec} = 10^{-7}W$
- **Kgf x m/sec**  $1 \text{ Kgf x m/sec} = 9,81W$
- **kW**  $1 kW = 1000W$

W	CV = HP	Kcal/h	erg/sec	Kgf x m/sec	kW
1	0,001	0,861	10.000.000	0,102	0,001
2	0,003	1,721	20.000.000	0,204	0,002
4	0,005	3,442	40.000.000	0,408	0,004
6	0,008	5,164	60.000.000	0,612	0,006
8	0,011	6,885	80.000.000	0,815	0,008
10	0,014	8,606	100.000.000	1,019	0,01
20	0,027	17,212	200.000.000	2,039	0,02
40	0,054	34,423	400.000.000	4,077	0,04
60	0,082	51,635	600.000.000	6,116	0,06
80	0,109	68,847	800.000.000	8,155	0,08
100	0,136	86,059	1.000.000.000	10,194	0,1
140	0,19	120,482	1.400.000.000	14,271	0,14
180	0,245	154,905	1.800.000.000	18,349	0,18
200	0,272	172,117	2.000.000.000	20,387	0,2
400	0,544	344,234	4.000.000.000	40,775	0,4
600	0,816	516,351	6.000.000.000	61,162	0,6
800	1,088	688,468	8.000.000.000	81,549	0,8
1.000	1,361	860,585	10.000.000.000	101,937	1
2.000	2,721	1.721,17	20.000.000.000	203,874	2
3.000	4,082	2.581,756	30.000.000.000	305,81	3
4.000	5,442	3.442,341	40.000.000.000	407,747	4
5.000	6,803	4.302,926	50.000.000.000	509,684	5
6.000	8,163	5.163,511	60.000.000.000	611,621	6
7.000	9,524	6.024,096	70.000.000.000	713,558	7
8.000	10,884	6.884,682	80.000.000.000	815,494	8
9.000	12,245	7.745,267	90.000.000.000	917,431	9
10.000	13,605	8.605,852	100.000.000.000	1.019,368	10
11.000	14,966	9.466,437	110.000.000.000	1.121,305	11
12.000	16,327	10.327,022	120.000.000.000	1.223,242	12
13.000	17,687	11.187,608	130.000.000.000	1.325,178	13
14.000	19,048	12.048,193	140.000.000.000	1.427,115	14
15.000	20,408	12.908,778	150.000.000.000	1.529,052	15
16.000	21,769	13.769,363	160.000.000.000	1.630,989	16
17.000	23,129	14.629,948	170.000.000.000	1.732,926	17

**Nota:** talvolta la potenza assorbita dalle bobine viene espressa in voltampere (VA): questa unità di misura non ha corrispondenza fissa con l'unità di misura del S.I. (Watt). Questa non-corrispondenza dipende dallo sfasamento tensione-corrente che, quando la bobina è alimentata con corrente alternata, varia al variare della bobina e della valvola su cui è montata.

Un valore INDICATIVO per la corrispondenza VA-Watt è 0,6:  $1 VA \cong 0,6 \text{ Watt}$





L'unità di misura di lunghezza del Sistema Internazionale è il **metro**. Simbolo: **m**.

Altre unità di lunghezza:

- **in** (inch).....1 inch = 0,0254 m
- **ft** (feet).....1 ft = 0,3048 m
- **yd** (yard).....1 yd = 0,9144 m

Unità di misura metriche che spesso vengono utilizzate sono:

- |              |            |                         |                 |
|--------------|------------|-------------------------|-----------------|
| - decimetro  | (dm)       | 1 dm = $10^{-1}$ m      | = 0,1 m         |
| - centimetro | (cm)       | 1 cm = $10^{-2}$ m      | = 0,01 m        |
| - millimetro | (mm)       | 1 mm = $10^{-3}$ m      | = 0,001 m       |
| - micrometro | ( $\mu$ m) | 1 $\mu$ m = $10^{-6}$ m | = 0,000001m     |
| - nanometro  | (nm)       | 1 nm = $10^{-9}$ m      | = 0,000000001 m |
| - Kilometro  | (km)       | 1 km = 1000 m           |                 |



L'unità di misura di viscosità cinematica del Sistema Internazionale è il **m<sup>2</sup>/sec**.

Altre unità di viscosità cinematica:

- **St** (stoke) = 1 cm<sup>2</sup>/sec..... 1 St = 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/sec
- **cSt** (centiStoke)..... 1 cSt = 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/sec
- **°E** (gradi Engler)..... Per la corrispondenza °E ↔ cSt si veda la tabella e la figura
- **R"** (Redwood 1)..... Per la corrispondenza Redwood 1 ↔ cSt si veda la tabella e la figura
- **Redwood 2**..... Per la corrispondenza Redwood 2 ↔ cSt si veda la figura
- **SUS** (Saybold Universale).... Per la corrispondenza Saybold universale ↔ cSt si veda la tabella e la figura
- **Saybold Furol**..... Per la corrispondenza Saybold Furol ↔ cSt si veda la figura

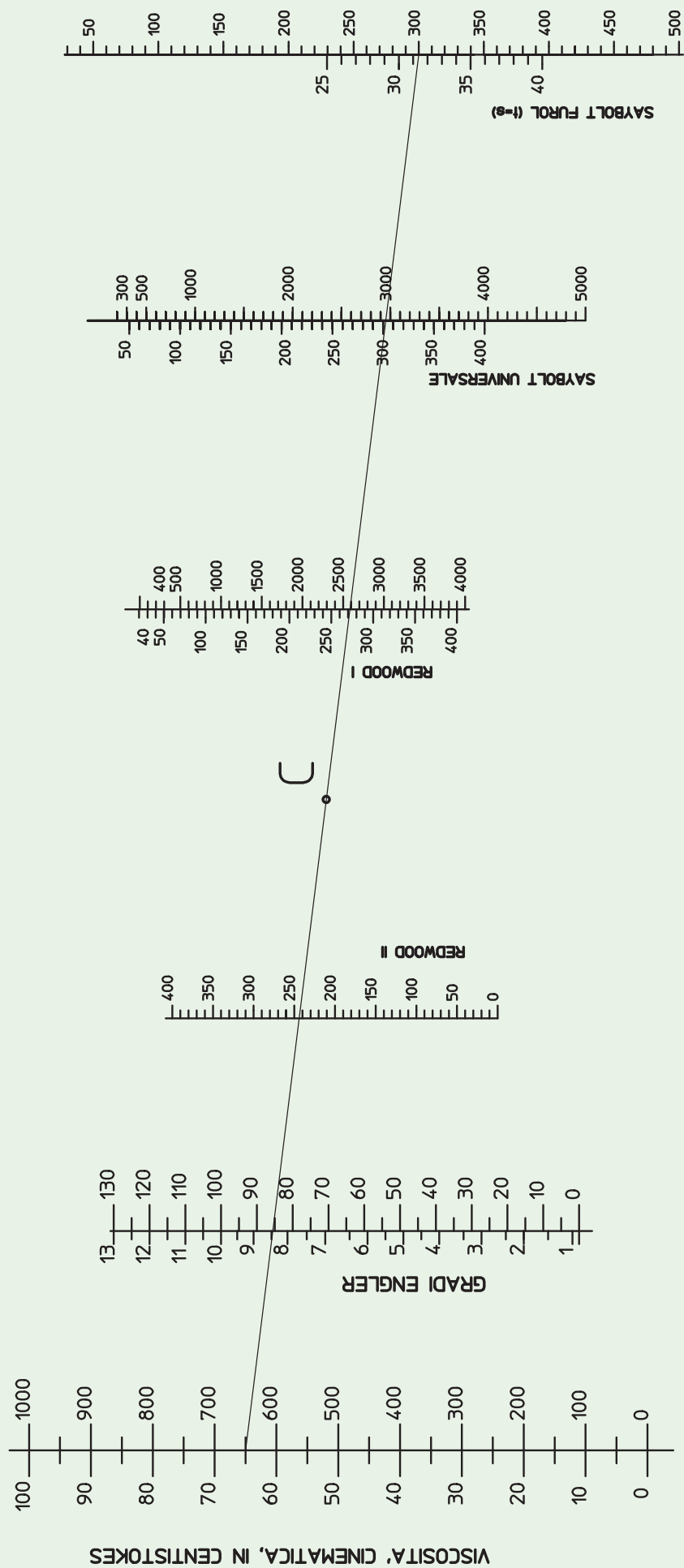
m <sup>2</sup> /sec	St	cSt	°E	Redwood 1 (70°F)	Saybold Un. (100 °F)
0,000002	0,02	2	1,1195	30	32,62
0,000004	0,04	4	1,3075	35	39,14
0,000006	0,06	6	1,4805	41	45,56
0,000008	0,08	8	1,6535	46	52,09
0,00001	0,10	10	1,834	52	58,91
0,000012	0,12	12	2,023	58	66,04
0,000014	0,14	14	2,2222	65	73,57
0,000016	0,16	16	2,435	71	81,3
0,000018	0,18	18	2,646	78	89,44
0,00002	0,20	20	2,876	85	97,77
0,000025	0,25	25	3,47	104	119,3
0,00003	0,30	30	4,08	123	141,3
0,000035	0,35	35	4,71	143	163,7
0,00004	0,40	40	5,35	164	186,3
0,000045	0,45	45	5,995	184	209,1
0,00005	0,50	50	6,64	204	232,1
0,000055	0,55	55	7,30	224	255,1

**Nota:** la tabella riporta valori di viscosità cinematica nel range di normale utilizzo delle elettrovalvole ODE.

Utilizzando la figura nel retro della pagina si possono trasformare in modo semplice le diverse unità di misura delle viscosità cinematiche.

**Esempio:** Volendo conoscere la corrispondenza di 8,5°E con i centiStoke, tracciare una retta che, passante per il punto C, intersechi sulla scala dei gradi Engler il valore 8,5 e la scala relativa ai centiStoke. Il punto di intersezione della retta con la scala è il valore corrispondente agli 8,5°E in centiStoke e cioè 65.

**Nota:** E' importante tener presente che leggendo un valore che si trova a sinistra di una scala, come 8,5°E, i valori corrispondenti andranno letti a sinistra della scala relativa, quando presente.





L'unità di misura di energia o lavoro del Sistema Internazionale è il **Joule**. Simbolo: **J**.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times \text{m} = 1 \text{ W} \times \text{sec} = 1 \text{ kg} \times \text{m}^2/\text{sec}^2$$

Altre unità di energia o lavoro:

- **Wh** (Wattora)..... 1 Wh = 3.600 J
- **kWh** (Kilowattora)..... 1 kWh =  $3,6 \times 10^6$  J
- **cal** (caloria internazionale).. 1 cal = 4,1868 J
- **Cal, Kcal** (grande caloria)... 1 Cal = 1 Kcal = 4.186,8 J
- **BTU** (British Thermal Unit).... 1 BTU = 1.055,056 J
- **CVh** (cavallo-ora)..... 1 CVh =  $2,64779 \times 10^6$  J
- **eV** (elettronvolt)..... 1 eV =  $1,6021892 \times 10^{-19}$  J

J	Wh	kWh	cal	Cal=Kcal	BTU	CVh	eV
0	0	0	0	0	0	0	0
2.000	0,56	0,0006	477,69	0,478	1,9	0,0008	$1,248 \times 10^{22}$
4.000	1,11	0,0011	955,38	0,955	3,79	0,0015	$2,497 \times 10^{22}$
6.000	1,67	0,0017	1.433,08	1,433	5,69	0,0023	$3,745 \times 10^{22}$
8.000	2,22	0,0022	1.910,77	1,911	7,58	0,003	$4,993 \times 10^{22}$
10.000	2,78	0,0028	2.388,46	2,388	9,48	0,0038	$6,241 \times 10^{22}$
20.000	5,56	0,0056	4.776,92	4,777	18,96	0,0076	$1,248 \times 10^{23}$
30.000	8,33	0,0083	7.165,38	7,165	28,43	0,0113	$1,872 \times 10^{23}$
40.000	11,11	0,0111	9.553,84	9,554	37,91	0,0151	$2,497 \times 10^{23}$
50.000	13,89	0,0139	11.942,29	11,942	47,39	0,0189	$3,121 \times 10^{23}$
100.000	27,78	0,0278	23.884,59	23,885	94,78	0,0378	$6,241 \times 10^{23}$
150.000	41,67	0,0417	35.826,88	35,827	142,17	0,0567	$9,362 \times 10^{23}$
200.000	55,56	0,0556	47.769,18	47,769	189,56	0,0755	$1,248 \times 10^{24}$
250.000	69,44	0,0694	59.711,47	59,711	236,95	0,0944	$1,560 \times 10^{24}$
500.000	138,89	0,1389	119.422,95	119,423	473,91	0,1888	$3,121 \times 10^{24}$
750.000	208,33	0,2083	179.134,42	179,134	710,86	0,2833	$4,681 \times 10^{24}$
1.000.000	277,78	0,2778	238.845,9	238,846	947,82	0,3777	$6,241 \times 10^{24}$
2.000.000	555,56	0,5556	477.691,79	477,692	1.895,63	0,7553	$1,248 \times 10^{25}$
3.000.000	833,33	0,8333	716.537,69	716,538	2.843,45	1,133	$1,872 \times 10^{25}$
4.000.000	1.111,11	1,1111	955.383,59	955,384	3.791,27	1,5107	$2,497 \times 10^{25}$
5.000.000	1.388,89	1,3889	1.194.229,48	1.194,229	4.739,08	1,8884	$3,121 \times 10^{25}$
6.000.000	1.666,67	1,6667	1.433.075,38	1.433,075	5.686,9	2,266	$3,745 \times 10^{25}$
7.000.000	1.944,44	1,9444	1.671.921,28	1.671,921	6.634,72	2,6437	$4,369 \times 10^{25}$
8.000.000	2.222,22	2,2222	1.910.767,17	1.910,767	7.582,54	3,0214	$4,993 \times 10^{25}$
9.000.000	2.500	2,5	2.149.613,07	2.149,613	8.530,35	3,3991	$5,617 \times 10^{25}$
10.000.000	2.777,78	2,777,78	2.388.458,97	2.388,459	9.478,17	3,7767	$6,241 \times 10^{25}$



Il fattore di portata, **Kv**, è espresso in **l/min** di acqua a 20°C con una perdita di carico di 1 bar attraverso l'elettrovalvola.

Il coefficiente di portata usato negli U.S.A. è chiamato **Cv** e rappresenta la portata d'acqua in Galloni USA al minuto [gpm] con una perdita di carico  $\Delta p$  di 1 psi. Valgono le seguenti equazioni dimensionali:

$$[l/min] = 0,06 [m^3/h] = 0,26417 [gpm]$$

$$1 [gpm] = 3,785412 [l/min] = 0,22712 [m^3/h]$$

$$[psi] = 6,89475 \cdot 10^{-2} [bar]$$

Praticamente:

Per ottenere:	Moltiplicare	Per
Kv in [l/min]	Kv in [m³/h]	16,67
	Cv in [gpm]	3,79
Kv in [m³/h]	Kv in [l/min]	0,06
	Cv in [gpm]	0,23
Cv in [gpm]	Kv in [l/min]	0,26
	Kv in [m³/h]	4,4

Tabella di conversione delle portate

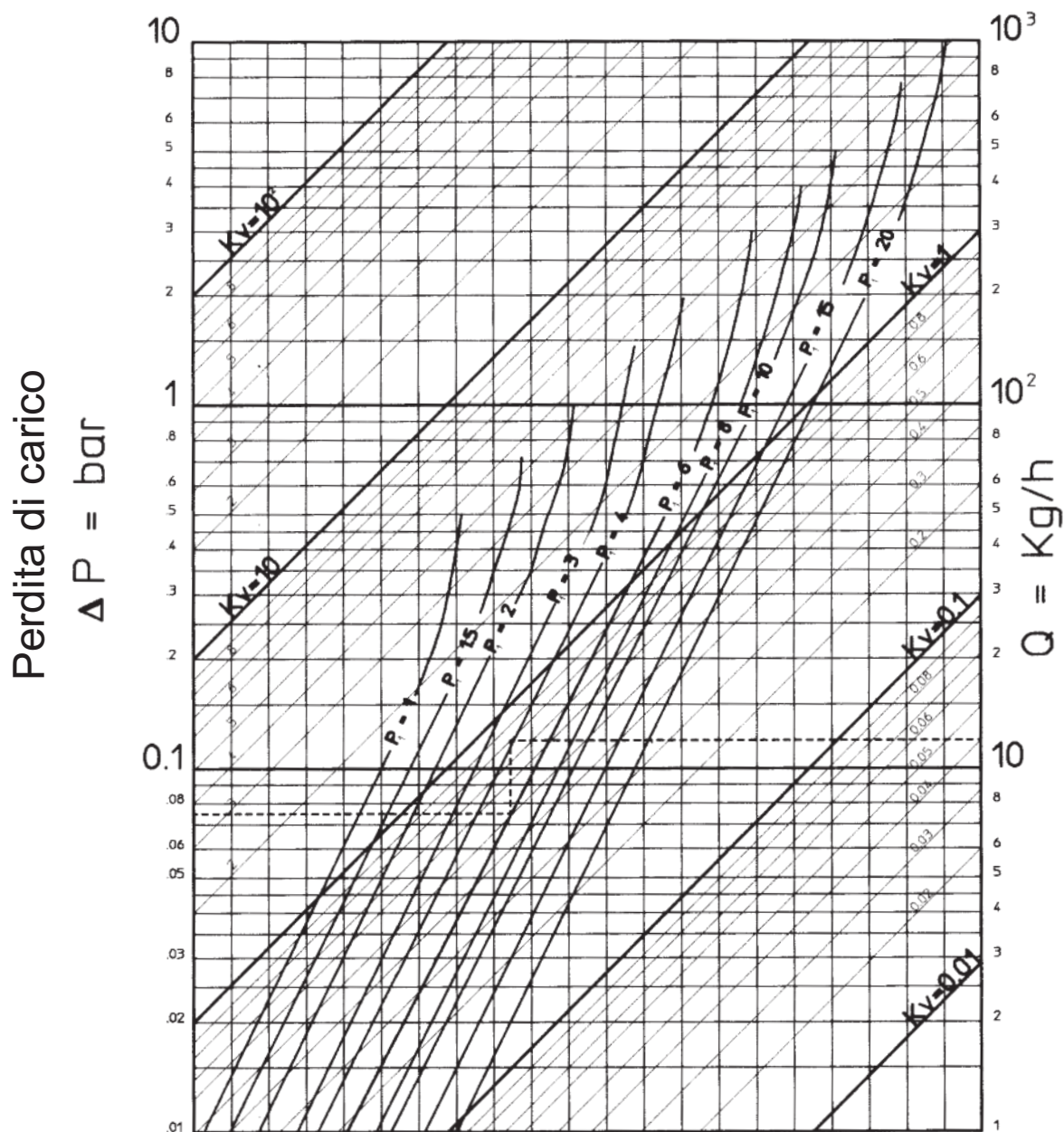
Kv(l/min)	Kv(m³/h)	Cv(gpm)	Kv(l/min)	Kv(m³/h)	Cv(gpm)	Kv(l/min)	Kv(m³/h)	Cv(gpm)	Kv(l/min)	Kv(m³/h)	Cv(gpm)
0,1	0,006	0,0264	26	1,56	6,8685	120	7,20	31,7007	320	19,20	84,5351
0,2	0,012	0,0528	27	1,62	7,1326	125	7,50	33,0215	330	19,80	87,1768
0,3	0,018	0,0793	28	1,68	7,3968	130	7,80	34,3424	340	20,40	89,8185
0,4	0,024	0,1057	29	1,74	7,6610	135	8,10	35,6632	350	21,00	92,4602
0,5	0,030	0,1321	30	1,8	7,9252	140	8,40	36,9841	360	21,60	95,1020
0,6	0,036	0,1585	31	1,86	8,1893	145	8,70	38,3050	370	22,20	97,7437
0,7	0,042	0,1849	32	1,92	8,4535	150	9,00	39,6258	380	22,80	100,3854
0,8	0,048	0,2113	33	1,98	8,7177	155	9,30	40,9467	390	23,40	103,0271
0,9	0,054	0,2378	34	2,04	8,9819	160	9,60	42,2675	400	24,00	105,6688
1,0	0,06	0,2642	35	2,1	9,2460	165	9,90	43,5884	410	24,60	108,3106
1,5	0,09	0,3963	36	2,16	9,5102	170	10,20	44,9093	420	25,20	110,9523
2,0	0,12	0,5283	37	2,22	9,7744	175	10,50	46,2301	430	25,80	113,5940
2,5	0,15	0,6604	38	2,28	10,0385	180	10,80	47,5510	440	26,40	116,2357
3,0	0,18	0,7925	39	2,34	10,3027	185	11,10	48,8718	450	27,00	118,8774
3,5	0,21	0,9246	40	2,4	10,5669	190	11,40	50,1927	460	27,60	121,5192
4,0	0,24	1,0567	41	2,46	10,8311	195	11,70	51,5136	470	28,20	124,1609
4,5	0,27	1,1888	42	2,52	11,0952	200	12,00	52,8344	480	28,80	126,8026
5,0	0,3	1,3209	43	2,58	11,3594	205	12,30	54,1553	490	29,40	129,4443
6,0	0,36	1,5850	44	2,64	11,6236	210	12,60	55,4761	500	30,00	132,0861
7,0	0,42	1,8492	45	2,70	11,8877	215	12,90	56,7970	510	30,60	134,7278
8,0	0,48	2,1134	46	2,76	12,1519	220	13,20	58,1179	520	31,20	137,3695
9,0	0,54	2,3775	47	2,82	12,4161	225	13,50	59,4387	530	31,80	140,0112
10	0,6	2,6417	48	2,88	12,6803	230	13,80	60,7596	540	32,40	142,6529
11	0,66	2,9059	49	2,94	12,9444	235	14,10	62,0804	550	33,00	145,2947
12	0,72	3,1701	50	3,00	13,2086	240	14,40	63,4013	560	33,60	147,9364
13	0,78	3,4342	55	3,30	14,5295	245	14,70	64,7222	570	34,20	150,5781
14	0,84	3,6984	60	3,60	15,8503	250	15,00	66,0430	580	34,80	153,2198
15	0,90	3,9626	65	3,90	17,1712	255	15,30	67,3639	590	35,40	155,8615
16	0,96	4,2268	70	4,20	18,4920	260	15,60	68,6847	600	36,00	158,5033
17	1,02	4,4909	75	4,50	19,8129	265	15,90	70,0056	650	39,00	171,7119
18	1,08	4,7551	80	4,80	21,1338	270	16,20	71,3265	700	40,00	184,9205
19	1,14	5,0193	85	5,10	22,4546	275	16,50	72,6473	750	45,00	198,1291
20	1,2	5,2834	90	5,40	23,7755	280	16,80	73,9682	800	48,00	211,3377
21	1,26	5,5476	95	5,70	25,0963	285	17,10	75,2890	850	51,00	224,5463
22	1,32	5,8118	100	6,00	26,4172	290	17,40	76,6099	900	54,00	237,7549
23	1,38	6,0760	105	6,30	27,7381	295	17,70	77,9308	1000	60,00	264,1721
24	1,44	6,3401	110	6,60	29,0589	300	18,00	79,2516			
25	1,5	6,6043	115	6,90	30,3798	310	18,60	81,8934			



## Diagramma per il vapore

DIAGRAMMA

N° 1



**Esempio:** Determinare la portata avendo una perdita di carico di 750 mm H<sub>2</sub>O ed una pressione relativa a monte dell'elettrovalvola di 5 bar con Kv=0,8 m<sup>3</sup>/h.  
Partendo dal valore della perdita di carico si incrocia la curva della pressione assoluta  $P_1 = 5 + 1 = 6$  bar, si risale fino al Kv=0,8, nelle ordinate si legge la portata Q=12,8





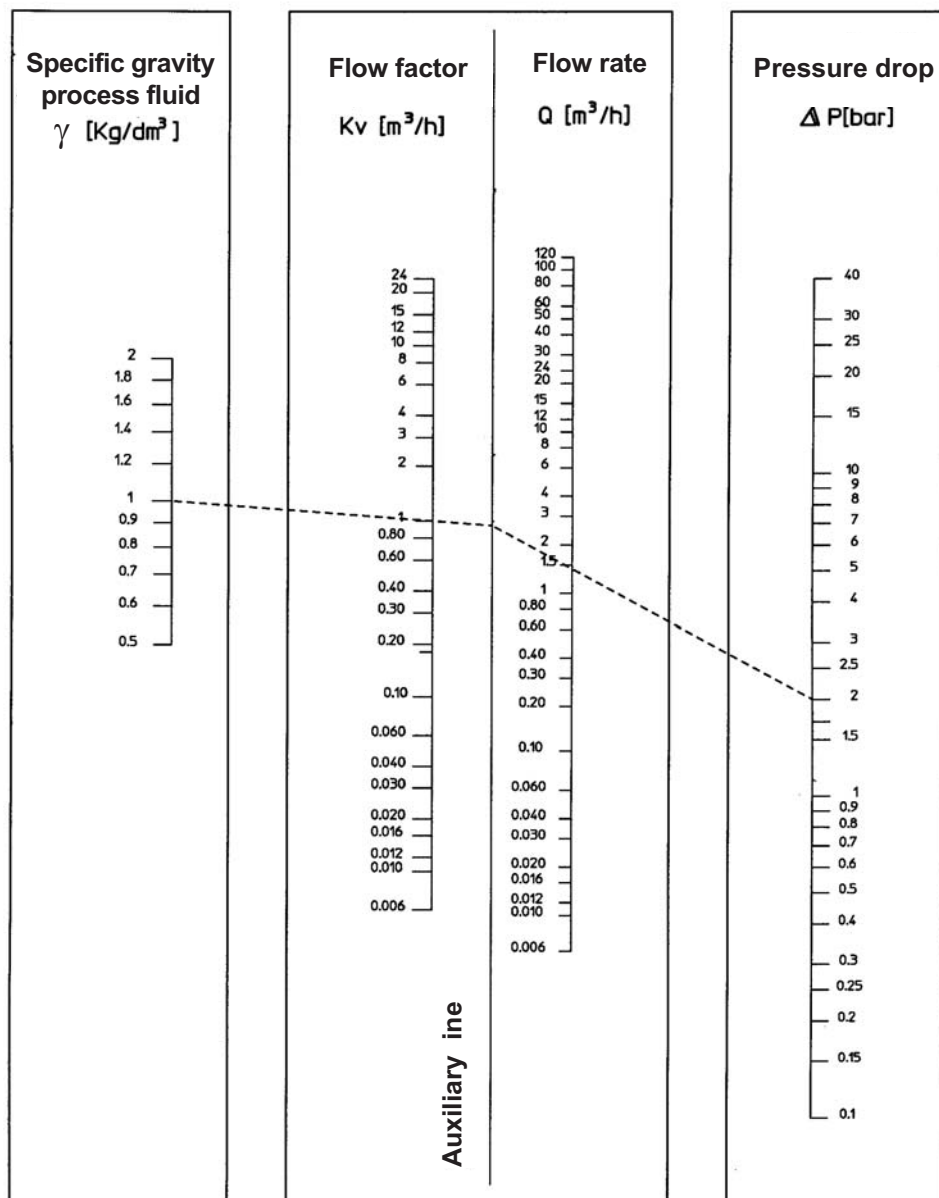
# Diagram for liquids (up to 3°E)

DIAGRAM

N° 2

Specific gravity of the most common liquids= ( $\gamma = \text{Kg/dm}^3$ ) - ( $t = 15^\circ\text{C}$  -  $P = 760 \text{ mm Hg}$ )

Fluids	Gravity	Fuilds	Gravity
Acetone	0,79	Hexane	0,66
Water	1,00	Ethane	0,68
Sea water	1,02	Gas oil	0,70
Ethyl alcohol	0,79	Milk	1,03
Methyl alcohol	0,81	Naphtha	0,76
Petrol	0,68	Hydraulic oil	0,92
Benzenol	0,90	Vegetable oil	0,92
Beer	1,02	Wine	0,95



**Example:** We want to know the water flow rate with a pressure drop  $\Delta p$  of 2 bar, of a solenoid valve with  $K_v = 1 \text{ m}^3/\text{h}$ .  
 Starting from 1 (corresponding to water specific gravity) on the specific gravity chart, we draw a line passing through no. 1 in the  $K_v$  chart, reaching an intersection point on the auxiliary line.  
 By joining with a line this intersection point with point no. 2 on the pressure drop chart, we find a flow rate of  $\sim 1,4 \text{ m}^3/\text{h}$ .



# Diagram for gases

DIAGRAM

N° 3

Specific gravity of the most common gases= ( $\gamma = \text{Kg/m}^3$ ) - ( $t = 0^\circ\text{C}$  -  $P = 760 \text{ mm Hg}$ )

Gases	Gravity	Gases	Gravity	Gases	Gravity	Gases	Gravity
Acetylene	1,176	Nitrogen	1,255	Ethylene	1,259	Carbon monoxide	1,250
Carbon dioxide	1,965	Butane	2,000	Hydrogen	0,089	Oxygen	1,429
Air	1,293	Helium	0,179	Natural gas	0,723	Propane	1,520
Argon	1,780	Ethane	1,035	Methane	0,722	Steam	0,805

$t =$  Fluid temperature

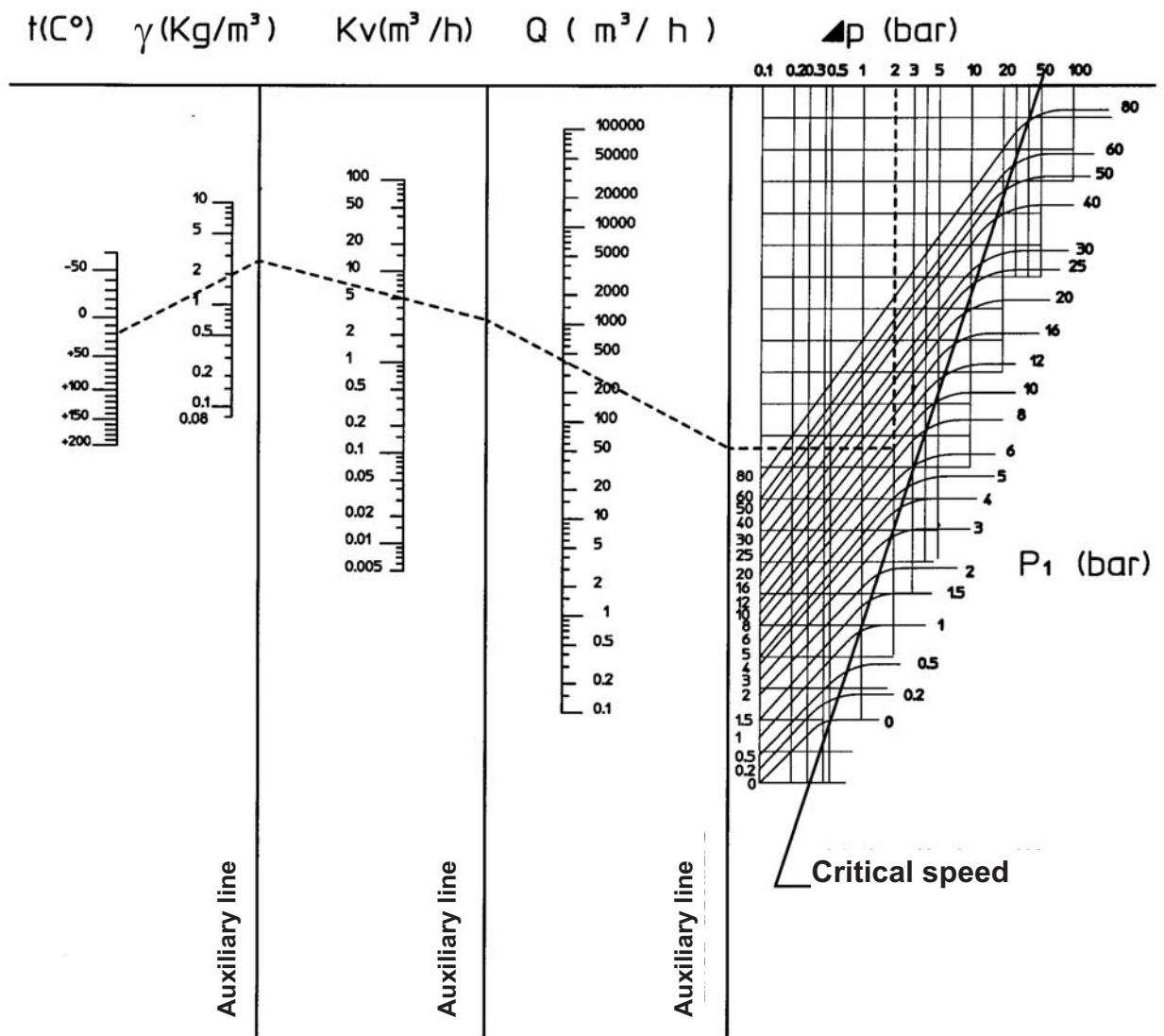
$K_v =$  Flow factor

$\Delta p =$  Pressure drop

$\gamma_N =$  Specific gravity

$Q_N =$  Flow rate

$P_1 =$  inlet pressure



**Example:** To find out the carbon dioxide flow rate, with the following known values  $T = 20^\circ\text{C}$ , valve  $k_v$  of  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ , inlet pressure = 10 bar and  $\Delta p = 2 \text{ bar}$ .

By tracing a straight line of 20 on the temperature scale and of 1.965 on the specific weight scale (corresponding to that of carbon dioxide) the point of intersection is obtained with the first auxiliary line. From this point we trace the line which passes through 5 on the  $k_v$  scale and we thereby find the point of intersection on the second auxiliary line. A vertical line is traced through value 2 on the  $\Delta p$  scale and the point of intersection is found on the value curve 10 of the pressure values  $P_1$ . At this point, by tracing a horizontal line, the point of intersection on the third auxiliary line is found. By joining this point with that obtained previously on the second auxiliary line, the point of intersection is found on the scale of the capacity values, thereby obtaining a value of approx.  $400 \text{ m}^3/\text{h}$ .