

Articolo tecnico 01_25

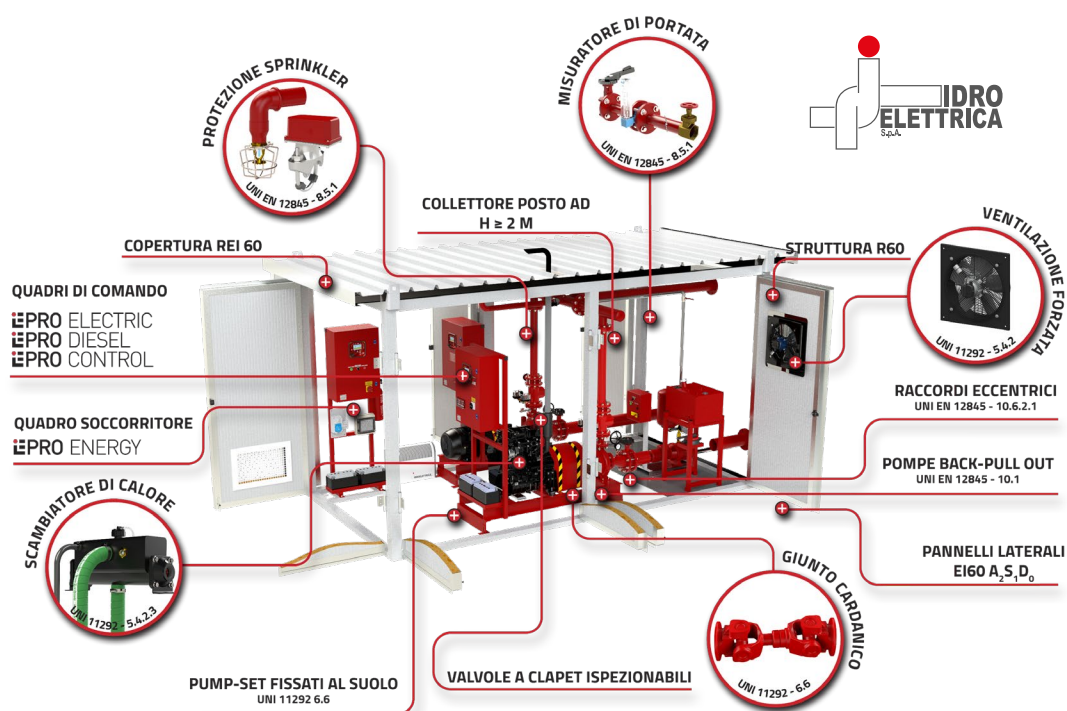
15/05/2025

ALIMENTAZIONI IDRICHE ANTINCENDIO E VERIFICA DELLA PORTATA DI PROGETTO

ANALISI DEL MISURATORE DI PORTATA PIÙ UTILIZZATO NELLE CENTRALI DI PRESSURIZZAZIONE ANTINCENDIO: DIAFRAMMA TARATO CON ROTAMETRO IN DERIVAZIONE

Ing. Gian Paolo Benini – Idroelettrica spa

Entrando in una qualsiasi centrale idrica antincendio realizzata secondo le norme UNI ENI 12845 / UNI 11292 / UNI 10779, l'attenzione viene subito attratta dall'onnipresente "flussimetro", montato sul circuito di misura della portata.





Per la precisione si tratta di un **DIAFRAMMA TARATO CON ROTAMETRO IN DERIVAZIONE**. Il diaframma è montato in linea sulla tubazione di prova della portata e il flussimetro ad area variabile, denominato anche rotametro (termine commerciale introdotto in Germania all'inizio del Novecento e che inizialmente era stato registrato), funge da strumento di lettura della portata.



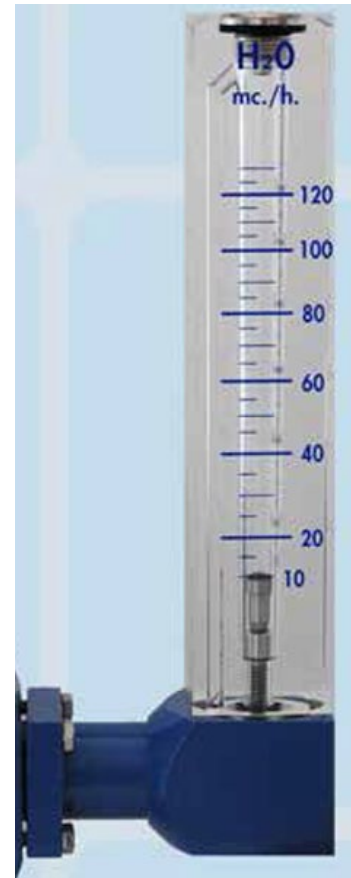
Vediamo di analizzarne il funzionamento, anche perché mi sono sentito spesso chiedere quale fosse la sezione del "galleggiante", da prendere in considerazione per la lettura della portata sulla scala graduata.

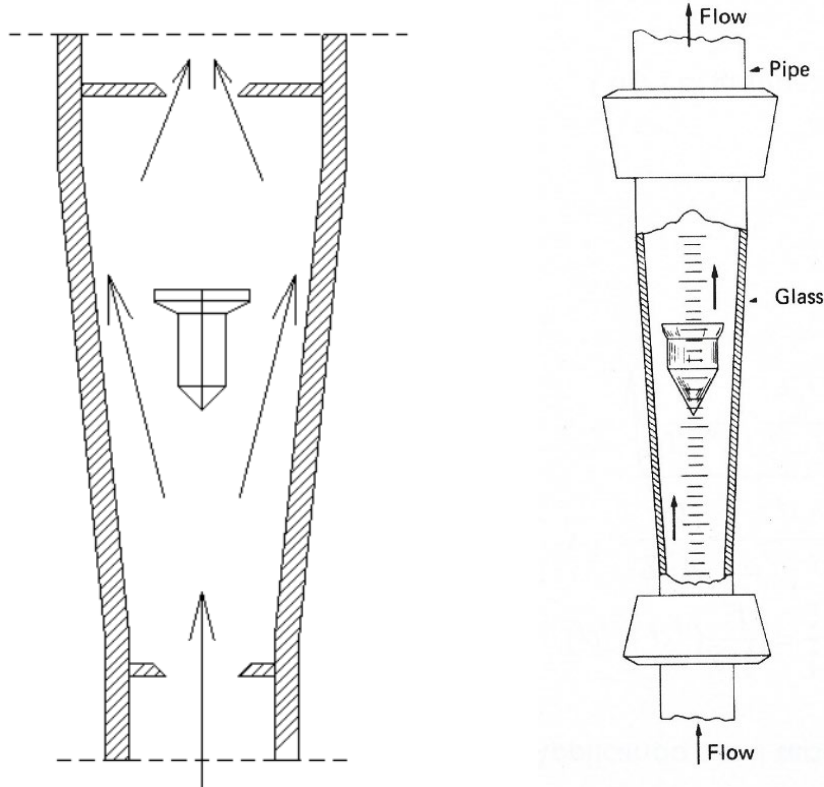
Il rotametro è composto da un tubo verticale con forma tronco conica, in cui un "galleggiante" (chiamato così impropriamente, poiché in realtà esso ha densità ρ_f superiore a quelle del fluido ρ_f : di conseguenza non galleggia affatto) assume una determinata posizione lungo la direzione verticale, corrispondente ad una data portata che scorre nel tubo. Il "galleggiante" ha un diametro massimo di poco inferiore al diametro più piccolo del tubo tronco conico esterno.

È in grado di operare con numerose tipologie di fluido e fornisce una misura indiretta della portata.

Il fluido percorrendo il rotametro dal basso verso l'alto investe il "galleggiante" e l'oltrepassa.

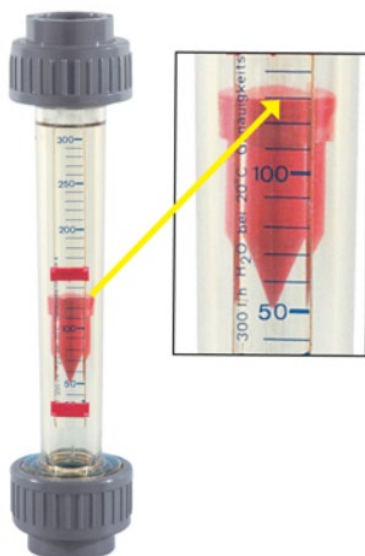
Il galleggiante crea una perdita di pressione localizzata dovuta al restringimento della sezione di passaggio.





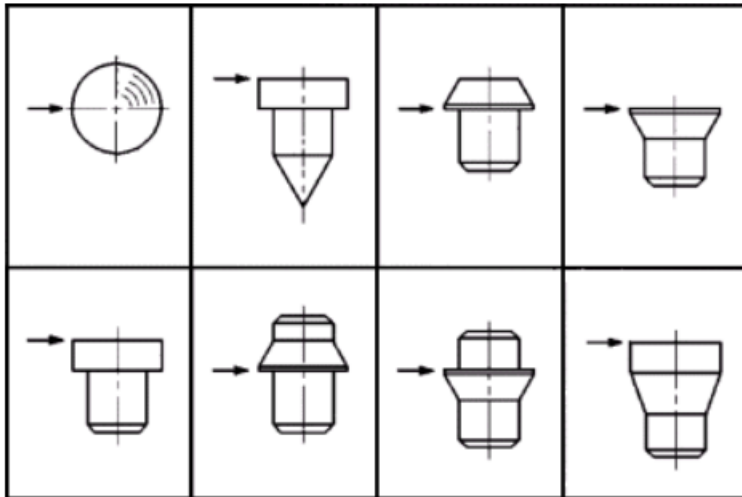
Il principio di funzionamento del flussimetro è il seguente: mantenendo costante la pressione differenziale tra monte e valle del galleggiante, al variare della portata varia la velocità del fluido e la spinta dinamica che agisce sul galleggiante. Se ad esempio la portata aumenta, il galleggiante tende a salire perché aumenta la velocità del fluido che passa nella sezione vuota tra galleggiante e tubo misuratore.

Per rispondere rapidamente alla domanda relativa a quale sia la sezione da considerare per la lettura della portata, possiamo fare riferimento alla figura seguente:



Da essa si evince che la sezione alla quale fare riferimento nel caso dei rotametri utilizzati nelle centrali antincendio, è quella superiore del galleggiante: **sezione che corrisponde a quella di area massima del galleggiante stesso.**

Di seguito un utile schemino che prende in considerazione le più comuni forme del galleggiante e indica quale sia la sezione da considerare per la lettura della portata sulla scala graduata.



Come si vedrà la sezione di lettura corrisponde sempre alla sezione di area massima del galleggiante. È quindi questa la regola generale da tenere in considerazione ed è di conseguenza la risposta alla domanda iniziale.

Ma come è possibile che il cosiddetto “galleggiante” resti fermo all’interno del tubo e che grazie a ciò sia possibile leggere sulla scala graduata il valore della portata in volume che transita all’interno del tubo?

Sul galleggiante agiscono le seguenti forze

FORZA PESO

P_g

$$P_g = V_g \cdot \rho_g \cdot g$$

SPINTA DI ARCHIMEDE

B

$$B = V_g \cdot \rho_f \cdot g$$

SPINTA IDRODINAMICA

W

$$W = A_g \cdot \rho_f \cdot g \cdot v^2 / 2g$$

con

$V_g = \text{Volume del galleggiante } [m^3]$

$\rho_g = \text{Densità del galleggiante } [kg/m^3]$

$\rho_f = \text{Densità del fluido } [kg/m^3]$

$g = \text{Accel. di gravità } [m/sec^2]$

$A_g = \text{Accel. di gravità } [m^2]$



In condizioni di equilibrio la risultante delle forze deve essere nulla e quindi

$$P_g = B + W$$

Da quanto sopra si può ricavare che il galleggiante resta fermo nella posizione di lettura perché le forze che agiscono su di esso sono in equilibrio

$$V_g \cdot \rho_g \cdot g = V_g \cdot \rho_f \cdot g + A_g \cdot \rho_f \cdot g \cdot v^2/2 g$$

ma

$$V_g \cdot g \cdot (\rho_g - \rho_f)$$

è il peso in acqua del galleggiante **Pg - B**

Mentre la spinta idrodinamica si può scrivere anche come

$$W = (P_1 - P_2) \cdot A_g$$

cioè, come prodotto tra l'area della sezione max del galleggiante e la differenza di pressione che insiste tra monte e valle del galleggiante stesso; da qui

$$V_g \cdot g \cdot (\rho_g - \rho_f) = (P_1 - P_2) \cdot A_g$$

$$V_g \cdot g \cdot \frac{(\rho_g - \rho_f)}{A_g} = (P_1 - P_2)$$

Essendo tutte le grandezze al primo membro delle costanti, risulta costante anche $P_1 - P_2$

Perciò la differenza di pressione tra monte e valle del galleggiante è COSTANTE

$$P_1 - P_2 = \text{costante}$$

Applicando il teorema di Bernoulli si ottiene

$$P_1 - P_2 = \rho_f \cdot v^2 / 2$$

e sostituendo

$$V_g \cdot g \cdot \frac{(\rho_g - \rho_f)}{A_g} = \rho_f \cdot v^2 / 2$$

$$v^2 = 2V_g \cdot \frac{g}{A_g} \cdot \frac{(\rho_g - \rho_f)}{\rho_f}$$

$$v = \sqrt{2V_g \cdot \frac{g}{A_g} \cdot \frac{(\rho_g - \rho_f)}{\rho_f}} = \text{costante}$$

La velocità v è quindi costante in ogni sezione anulare del tubo, ovvero per ogni quota del galleggiante; ed infine

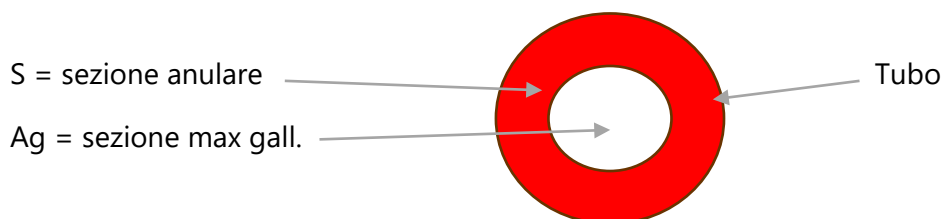
$$Q = S \cdot v$$

dove S è l'area della sezione circolare compresa tra la sezione max del galleggiante e il tubo

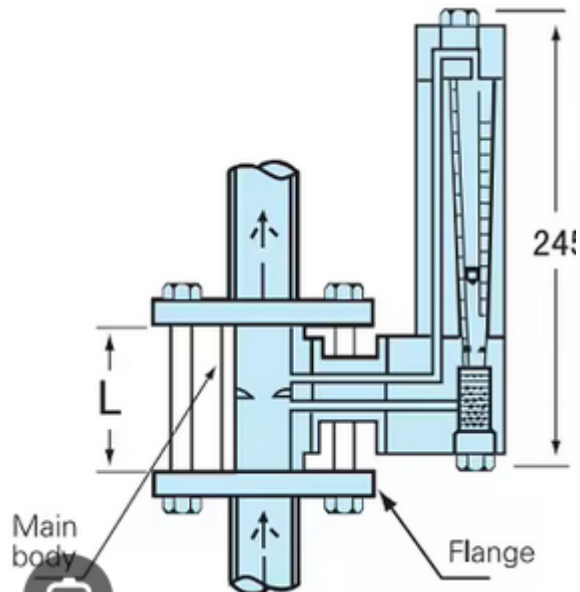
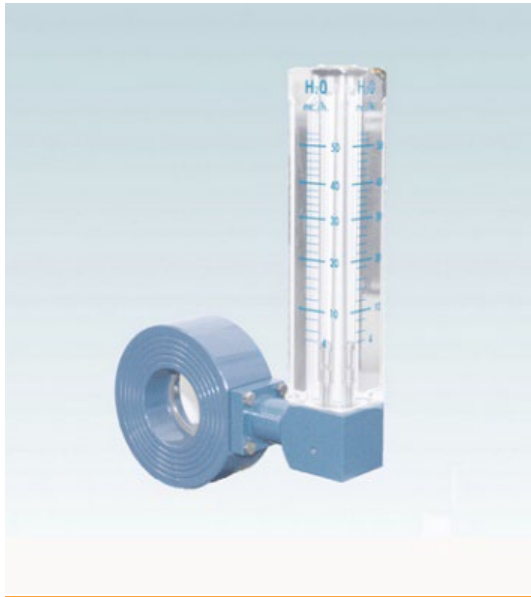
$$Q = \sqrt{2V_g \cdot \frac{g}{A_g} \cdot \frac{(\rho_g - \rho_f)}{\rho_f}} \cdot S \cdot C$$

dove C è il coeff. di efflusso < 1

$$C = Q_{reale} / Q_{ideale} < 1$$



Per portate molto alte, le sezioni del rotametro diverrebbe eccessiva. Perciò, per misurare portate dell'ordine delle decine o delle centinaia di m³/h, i rotametri vengono utilizzati in derivazione rispetto ad un diaframma tarato, montato sulla tubazione all'interno del flusso principale.



È proprio questa la soluzione impiantistica adottata all'interno delle centrali di pressurizzazione antincendio realizzate seguendo le indicazioni delle norme UNI EN.

Tra le sezioni immediatamente a monte e a valle di quella in corrispondenza della quale è montato, il diaframma provoca una differenza di pressione. Questa differenza di pressione genera a sua volta un flusso di portata in by-pass che viene spinto ad attraversare il rotametro. La portata attraverso lo strumento è perciò captata a monte del diaframma e restituita a valle dello stesso.

La precisione dei sistemi di misura così concepiti è dell'ordine del +/- 5 % del valore di fondo scala.

Ad esempio: se sto misurando una Q di 50 m³/h su uno strumento che ha un fondo scala di 100 m³/h, significa che sto misurando una Q compresa tra 55 e 45 m³/h.

Strumenti di questo tipo, approvati FM, hanno una precisione del +/- 2 %. Le precisioni di questi strumenti sono comunque lontanissime da quelle di altri tipi di misuratori di portata. Ad esempio, dalla precisione di un misuratore magnetico. Quest'ultimo – come anche i misuratori ad ultrasuoni – hanno una precisione dell' +/- 1% sul valore letto. Nell'esempio precedente la Q misurata si troverebbe tra 50,5 e 49,5 m³/h.

La conseguenza più importante di questo discorso è che i diaframmi a lettura rinviata con rotametro, si usano:

- perché sono molto economici

E hanno il solo scopo di:

- verificare, in primissima approssimazione, che la Q di progetto sia raggiunta dalle pompe installate nella centrale antincendio
- verificare periodicamente che la Q dell'alimentazione idrica, sia all'interno dei valori di progetto e non abbia subito, nel tempo, variazioni significative.

Non si usano mai per:

- per ricostruire la curva Q/H delle pompe principali

Per fare ciò occorre fare affidamento su una strumentazione molto più precisa come quella che abbiamo già citato. Utilizzarli a questo scopo è, solo ed esclusivamente, una perdita di tempo.

Inoltre, si tenga presente che la precisione indicata del ± 5 sul F.S, è legata alla presenza a monte del disco calibrato (diaframma) posto sul tubo principale, di un tratto di almeno 20 D (D = diametro interno del tubo principale) libero da curve, valvole, gomiti e qualsiasi accidentalità che possa generare turbolenza e disturbare il buon andamento dei filetti fluidi. Lo stesso discorso vale per il tratto a valle del diaframma che deve essere libero per almeno 5 D. Questi sono i valori minimi che emergono dalle prove sperimentali effettuate nei laboratori di Idraulica di tutto il mondo e che sono alla base anche delle indicazioni, molto più precise e puntuali, che sono contenute nella norma UNI 10023:1979 "Misure di portata di correnti fluide a mezzo di diaframmi, bocchelli o venturimetri inseriti su condotte in pressione a sezione circolare".

Normalmente i costruttori di queste apparecchiature tendono ad indicare nei manuali relativi, delle distanze di rispetto minori. Ad esempio, 10 D a monte e 5 D a valle dello strumento, questo implica loro malgrado che la precisione della misura di Q letta sulla scala del rotametro, va, come si suol dire "a farsi benedire".

Ciò ci riporta a quanto già indicato in precedenza: questi strumenti di misura sono adatti per verifiche grossolane e non si possono basare ricostruzioni delle curve caratteristiche delle pompe principali antincendio su misure ottenute con essi.

Questo vale sia per sistemi UNI – EN che FM, e non si sia tratti in inganno dal fatto che uno strumento sia "Approved" o meno, se si tratta di un misuratore come quello che abbiamo analizzato, i tratti di tubazione liberi da considerare, prima e dopo lo strumento, sono sempre quelli. Anche la precisione è sempre quella, scarsissima, che abbiamo indicato.

Ad esempio, per ottenere dal misuratore di Q, le sperate precisioni del 5% (o per FM del 2%) in un tubo diam. 0,1 m, a monte si richiedono 2 m liberi e a valle 0,5 m liberi.