

# Capitolo 3.

## Un po' di idraulica

La materia si può presentare sotto diverse forme a seconda del suo stato di aggregazione.

**Lo stato “liquido” è caratterizzato da una coesione relativa fra le particelle elementari che costituiscono la materia.**

Potrebbe essere considerato uno stato intermedio fra lo stato “solido”, nel quale dette particelle sono fortemente aggregate, e lo stato “gassoso”, dove le singole molecole costituenti non presentano, fra di loro, coesione alcuna.

Le particelle, dotate come sono di peso, sono individualmente influenzate dalla gravità: ognuna di esse è attratta irresistibilmente verso il centro della terra ed è in questa direzione che esse si muoverebbero se non incontrassero il fondo del recipiente che le contiene.

Così come ogni particella elementare di liquido ha un peso, essa ha anche una dimensione e occupa un proprio volume. Quando il fondo del nostro ipotetico recipiente sarà completamente “coperto” altre particelle dovranno assestarsi al di sopra di questo strato.

La forza di gravità le costringerà, comunque a scegliere la posizione più bassa possibile, cosa che esse fanno sfruttando proprio la libertà di movimento di cui godono. E' da questo momento che la funzione di contenimento richiede la presenza, oltre che del fondo, anche delle pareti del recipiente ed è per questo motivo che il liquido ne assume la forma.

Ciò spiega anche la planarità e l'assoluta orizzontalità della superficie (pelo libero) di una massa liquida, che si può intendere formata dalla sovrapposizione di microscopici strati di particelle, una parallela all'altra.

Ogni particella di liquido grava quindi su quelle sottostanti esercitando una forza premente pari al proprio peso. Il fatto che le particelle liquide si possono liberamente muovere, permette di trasportare gli effetti di questa forza in tutte le direzioni.

### LA PRESSIONE IDROSTATICA

Generalmente, si può definire “pressione” la forza che agisce perpendicolarmente rispetto una certa superficie. In pratica, la pressione è un'espressione della forza e da questa si differenzia solo per l'aspetto che include la dimensione dell'area su cui la forza stessa insiste.

La relazione che lega le grandezze in gioco è la seguente:

$$F = p \times S \text{ ( Forza = pressione } \times \text{ Superficie ) .}$$

e quindi

$$p = F/S \text{ (pressione = Forza / superficie) } p = \text{kg/m}^2$$

Le unità di misura comunemente usate sono:

- **kg / cm<sup>2</sup>** (Chilogrammo al centimetro quadrato)
- **Atm** (Atmosfera) che equivale a 1.03323 kg / cm<sup>2</sup>
- **Bar** corrisponde a 1.01972 kg / cm<sup>2</sup>
- **m.c.a.** (metro colonna acqua) equivalente a 0.1 kg / cm<sup>2</sup>

anche se a livello internazionale è sempre più usato il

**Pa** (Pascal) che equivale a 0.0000101972 kg / cm<sup>2</sup>, e suoi multipli, come:

**kpa** (Kilopascal) che corrisponde, ovviamente, a 0.0101972 kg / cm<sup>2</sup>

Vale comunque la pena di osservare e ricordare che in un punto interno di una massa liquida a riposo e soggetta alla pura forza di gravità, si rileva una certa pressione che:

- **è proporzionale al peso specifico del liquido**
- **crece proporzionalmente alla profondità, restando uguale in tutti i punti giacenti sullo stesso piano orizzontale, non dipende dalla dimensione né dalla forma del recipiente che contiene il liquido.**

## L'ACQUA IN MOVIMENTO

Tutte le considerazioni sin qui fatte sono riferite ad una massa liquida in quiete e quindi in uno stato energetico di tipo potenziale.

In altre parole, la massa liquida possiede un'energia dovuta alla forza peso, energia che sarà, a parità di volume, tanto più grande quanto maggiore è la pressione idrostatica, ma che non viene utilizzata sin tanto che la massa liquida rimane in quiete.

Si suppone di praticare un foro alla base di un recipiente, in modo da mettere in comunicazione il suo contenuto con l'ambiente esterno: se all'esterno sussiste una pressione inferiore di quella idrostatica esistente al punto in cui abbiamo praticato il foro, allora l'acqua fluirà dal recipiente verso l'esterno.

Dove esiste una corrente fluida, esiste anche uno squilibrio di pressione ed il verso di detta corrente sarà sempre dal punto a pressione maggiore a quello a pressione minore.

## LA PORTATA

L'entità di questo flusso, o corrente, viene denominata "portata", che si può identificare con il volume di liquido che passa attraverso l'ormai famoso foro, in un certo tempo.

Nel Sistema tecnico, l'unità di misura della portata è il:

**m<sup>3</sup> / s** (metri cubi al secondo)

E' questa un'unità molto grande (ricordiamo che 1m<sup>3</sup> corrisponde a 1000 litri)

Nella pratica sono usate altre unità di portata, generalmente più piccole, quali:

**l / s** (litri al secondo) e **l / min** (litri al minuto primo)

L'acqua è un elemento che, allo stato liquido, non si lascia dilatare né comprimere.

In un recipiente pieno di acqua con un tubo di uscita, essendo l'acqua incompressibile, affinché dal lato eccipiente possa entrare nella tubazione una certa quantità di acqua, si deve ammettere che la stessa quantità deve anche uscire dal lato opposto e quindi:

**in una condotta in cui si riconosca un solo punto di ingresso e un solo punto di uscita, la portata si mantiene costante in ogni punto, qualunque sia la forma e la dimensione della condotta.**

## **LA VELOCITA'**

Come si sa questa grandezza è il rapporto fra lo spazio ed il tempo impiegato per percorrerlo.

In idraulica è utile sapere che la relazione che unisce portata e velocità è:

$Q = A \times U$  (Portata = Sezione interna del tubo x Velocità dell'acqua)

E' un risultato interessante perché rende evidente il fatto che quando è costante la portata (e abbiamo visto come questa sia costante lungo tutta la condotta qualunque ne sia la forma e la dimensione) allora la velocità dipende solo dalla sezione del tubo.

Se la sezione rimane sempre la stessa allora la velocità sarà costante, ma se la sezione varia, anche la velocità dell'acqua cambia in modo inversamente proporzionale: se il tubo si restringe, la velocità aumenta; se il tubo si allarga, la velocità diminuisce.

## **LA PRESSIONE DINAMICA**

Con il sistema in quiete, la forza "peso" rilevabile dalla pressione idrostatica, non genera "lavoro" in quanto passivata dalla reazione delle pareti del recipiente.

Quando pratichiamo il classico foro nel recipiente si rompe questo equilibrio e l'acqua viene messa in movimento, spinta verso l'esterno.

Parte dell'energia posseduta dalla massa liquida viene impiegata proprio per imprimere questo movimento, dell'altra energia viene poi dissipata per vincere le resistenze che l'acqua incontra nel suo cammino, forze antagoniste simili a quelle che si oppongono al moto di un'automobile sulla strada o di un aereo nell'aria.

Queste forze vengono generalmente chiamate "resistenze passive" e la perdita di pressione a loro imputabile viene definita "perdita di carico".

In pratica, misurando con un manometro la pressione in un tubo derivato da un sistema in quiete, si rileva la pressione idrostatica; quando dalla stessa tubazione si preleva dell'acqua, la pressione che leggeremo sul manometro sarà senz'altro minore di quella idrostatica.

La differenza fra le due letture esprime il valore delle "perdite di carico" che si sono originate lungo la condotta.

## LE RESISTENZE PASSIVE

Le resistenze passive, forze che si oppongono al movimento dell'acqua in una condotta possono essere fondamentalmente di due tipi:

- continue
- occasionali o accidentali

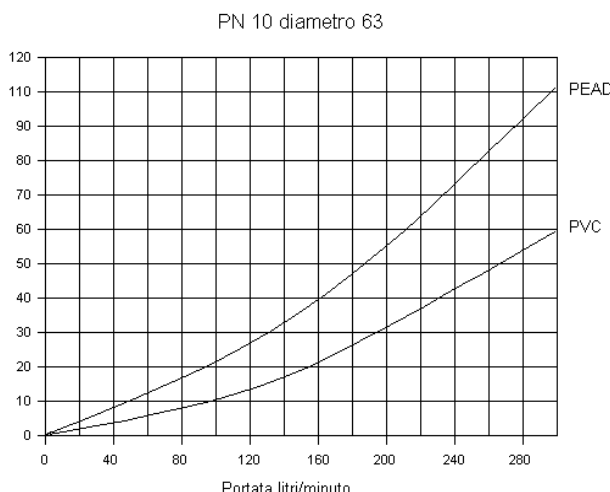
Le **perdite di carico continue** sono quelle che si generano lungo tutto il percorso del liquido e sono dovute a due cause:

- all'attrito interno che si verifica nella massa liquida a livello delle singole particelle che la costituiscono. Esse, potendo muoversi l'una rispetto l'altra, perdono energia per effetto delle collisioni e degli sfregamenti che tale moto comporta.
- all'attrito esterno che si origina per la collisione delle particelle elementari costituenti la massa liquida con le pareti della tubazione con le quali vengono in contatto.

Nell'impiantistica irrigua sono ampiamente utilizzate tubazioni in PVC o quelle definite "super lisce" come quelle in Polietilene e Polipropilene, non solo per le loro particolari caratteristiche meccaniche e chimiche, ma anche perché, offrendo al passaggio dell'acqua superfici interne particolarmente levigate, riducono la perdita di carico per attrito esterno.

Le perdite di carico in queste tubature possono essere determinate con l'applicazione di opportune formule o con l'utilizzo di tabelle fornite da tutti i principali produttori.

Ad esempio:



Le **resistenze occasionali o accidentali**, come arguibile dal loro nome, sono invece originate, localmente, dalla presenza di ostacoli particolari quali, bruschi cambiamenti di sezione o di direzione, valvole, saracinesche ecc.

Anche in questo caso, per semplicità, si può ricorrere ad un sistema di valutazione alternativo che si avvale di opportune tabelle.

Nella sezione valvole Toro a pag. 57 si troveranno ad esempio per ogni diametro della valvola/tubazione, la perdita di carico in funzione della portata dell'acqua che la attraversa.

## CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA VELOCITA' DELL'ACQUA NELLE CONDOTTE

La velocità che l'acqua in movimento assume in una tubazione dipende, come accennato precedentemente, dalla portata e dall'area della sezione della condotta secondo la relazione:

$$U = Q / A$$

Se  $Q$  viene misurata in  $m^3 / sec$  e  $A$  in  $m^2$ , la velocità risulta in metri/secondo (m/s):  
In teoria non c'è limite al valore che può assumere la grandezza  $U =$  velocità.

In pratica, però, ci sono alcune considerazioni da fare:

- La velocità incide sul valore delle perdite di carico in modo pressoché quadratico, cioè, a parità di sezione se la velocità raddoppia, le perdite di carico si quadruplicano.
- Se nell'acqua vengono trasportate sostanze in sospensione (un po' di sabbia, limo, ecc), cosa, purtroppo tutt'altro che rara, il controllarne la velocità permette di limitare il fenomeno di erosione che queste particelle solide sono in grado di originare urtando le pareti della tubazioni, specialmente in occasione di cambi di direzione e di sezione. Il fenomeno è tanto più evidente quanto minore è la durezza del materiale costituente la tubazione e merita, perciò, particolare considerazione con l'uso delle moderne materie plastiche (PVC, Polietilene, Polipropilene ecc.)
- Il colpo di ariete, fenomeno che origina un'onda d'urto dovuta alla brusca interruzione del flusso idrico, è pure in funzione della velocità: i valori che esso può raggiungere sono tali da compromettere, in alcuni casi, la stessa integrità dell'impianto.

Tutte queste ragioni indicano la necessità di contenere la velocità dell'acqua nelle tubazioni entro limiti ragionevoli.

Con l'uso di tubazioni plastiche, tali limiti non dovrebbero discostarsi da:

$$U = 1,5 - 1,6 \text{ m/s}$$

I principali produttori forniscono per ogni tipo e diametro di tubazione delle tabelle con l'indicazione della velocità in funzione della portata.

Per l'utilizzo corrente nelle tabelle di seguito sono riportate le perdite di carico per le tubazioni maggiormente usate tenendo conto di una velocità massima dell'acqua nel tubo di 1,6 m/s.



