

## Capitolo 25

Una pompa alternativa (figura A) è costituita da:

- uno **stantuffo** (S);
- un **meccanismo biella-manovella** costituito da (figura B):
  - una **biella** (b);
  - una **manovella** (a) collegata in B con la biella e vincolata a ruotare intorno al punto O;
  - un **corsoio** (C) che obbliga l'estremo (P) a spostarsi lungo il segmento MN in maniera periodica (gli estremi sono detti rispettivamente **punto morto superiore** e **punto morto inferiore**);
  - un **telaio** (t) che funge da supporto;
- un cilindro cavo con volume della **camera C**;
- un **serbatoio A (di aspirazione)** ed uno B (di mandata) in cui sono inserite due **valvole automatiche** ( $V_A$  e  $V_M$ ).

Lo stantuffo S, spostandosi verso destra, crea una depressione nell'interno della camera C, la valvola di aspirazione ( $V_A$ ) si apre ( $V_M$  viene trattenuta aderente al proprio seggio) e il liquido penetra nella camera.

Nella corsa di ritorno lo stantuffo spinge la massa liquida, si chiude la valvola  $V_A$  e **si apre la valvola  $V_M$  nella tubazione di mandata** e verso l'utilizzazione **effluisce una quantità di liquido pari al volume del cilindro meno lo spazio nocivo** (volume residuo dovuto al fatto che S non estende la sua corsa fino a toccare il coperchio del cilindro). Il **diagramma teorico di funzionamento** (Volume - pressione) di una pompa alternativa assume l'aspetto di un rettangolo con i lati paralleli agli assi e leggermente staccato dall'asse delle ordinate (a causa dello spazio nocivo). **Nel diagramma reale, l'ordinata media rappresenta – nella dovuta scala – la prevalenza effettiva fornita dalla pompa.**

### fettiva fornita dalla pompa.

Alcune caratteristiche della pompa alternativa sono:

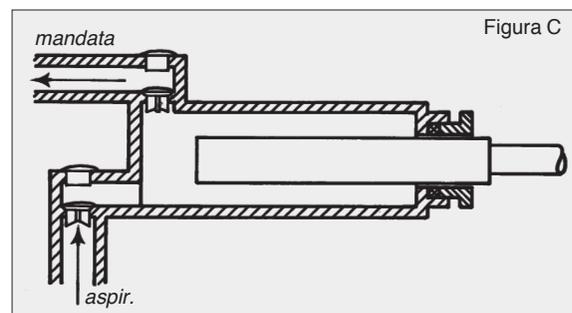
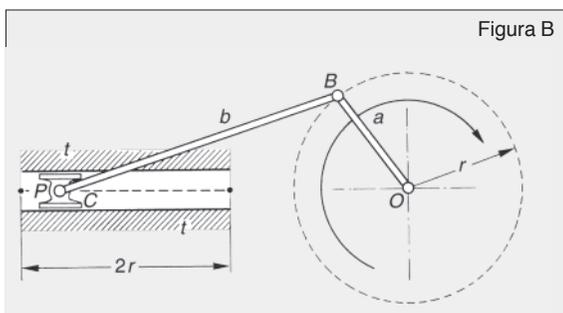
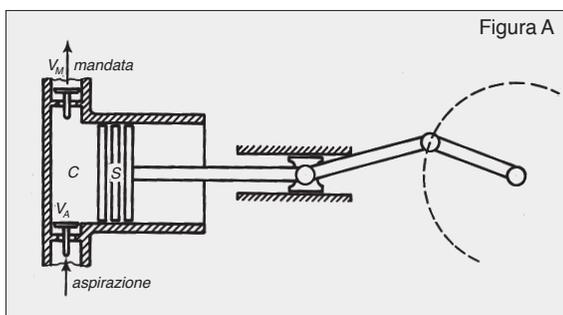
- la **prevalenza** dipende dalle condizioni dell'utilizzazione (poiché la valvola di mandata si apre per effetto della differenza di pressione fra l'interno del cilindro e la tubazione premente) ed è limitata dalla resistenza degli organi meccanici della pompa. Dimensionando opportunamente tali organi, è possibile ottenere prevalenze altissime, non raggiungibili con altri tipi di pompe;
- la **portata** è proporzionale al:
  - numero di giri al minuto n compiuti dal manovellismo;
  - volume del cilindro che non può assumere dimensioni eccessive perché al crescere del diametro cresce lo spessore della parete;
- il **regime di rotazione del manovellismo** deve essere tanto più basso quanto maggiori sono le dimensioni della pompa in modo da ridurre le forze d'inerzia proporzionali all'entità delle masse in moto.

**Le pompe alternative sono adatte per fornire portate piccole o medie, quest'ultime ottenute aumentando il numero dei cilindri o ricorrendo al sistema a doppio effetto.** Tale pompa risulta:

- lenta, ingombrante e di portata modesta;
- complicata dal manovellismo e da un riduttore di giri (quando il regime di rotazione della motrice è alto) e da un volano atto a rendere più uniforme il moto della macchina;
- con erogazione intermittente del liquido (la corsa di aspirazione è passiva) e portata non costante (dipende dalla velocità di spostamento dello stantuffo che segue una legge sinusoidale);
- con rendimento:
  - idraulico  $\eta_i$ : 0,85 ÷ 0,95;
  - volumetrico  $\eta_v$ : 0,95 ÷ 0,98;
  - meccanico  $\eta_m$ : 0,85 ÷ 0,96.

I principali tipi di pompe alternative sono:

- **pompa aspirante-premente a semplice effetto** (figura C): invia il fluido all'utilizzazione sotto una pressione (premente) talvolta notevole sfruttando una



sola corsa utile dello stantuffo (**semplice effetto**). A differenza dello schema in figura A, lo stantuffo assume la forma cilindrica allungata e lavora completamente immerso nel liquido (**stantuffo tuffante o a fodero**). Gli organi di tenuta (**premistoppa**) sono sistemati all'estremità aperta del cilindro, le valvole di aspirazione e di mandata sono a sedgio conico, e l'ampiezza del loro movimento (alzata) è opportunamente limitata da un coperchio posto sopra di esse, che permette anche le necessarie operazioni di manutenzione. Tale pompa è adatta per fornire **piccole portate con prevalenze anche altissime**;

- **pompa aspirante-premente a doppio effetto** (figura D): lo stantuffo a disco divide il cilindro in due camere C e C' (un po' più piccola di C a causa dell'asta che l'attraversa) ognuna dotata di due valvole (di aspirazione e di mandata) e ciò consente una portata quasi doppia e più regolare; alla fase di aspirazione passiva per C, corrisponde la fase utile di mandata nella camera C' e viceversa. Tale pompa si presta per **portate medie e prevalenze medie e alte**.

Una variante di queste pompe è il *cavallino a vapore* costituito da due cilindri-pompa a doppio effetto affiancati e azionati direttamente da due piccole motrici a vapore monocilindriche. Il vantaggio consiste nel fatto che lo stantuffo di una pompa aziona la valvola di distribuzione del vapore della motrice accoppiata all'altra pompa e viceversa; ciò consente regolarità di funzionamento e riduce la sorveglianza di un operatore;

- **pompa a stantuffo aspirante-portante** (figura E): per aspirare del liquido da grandi profondità e sollevarlo fino alla superficie senza comunicargli una forte pressione, occorre sistemare il complesso pompa-motrice a una certa profondità (l'altezza geodetica di aspirazione non può superare limiti ben precisi); ciò comporta problemi di rilevamento guasti, di manutenzione e di usura della motrice a causa dell'umidità presente. La soluzione è: piazzare la motrice in superficie e la pompa nell'interno del pozzo in modo che sia  $H_a < 7,8$  m. Le pompe descritte in precedenza avrebbero delle dimensioni eccessive dell'asta dello stantuffo; è necessario una pompa aspirante-portante che è caratterizzata da:

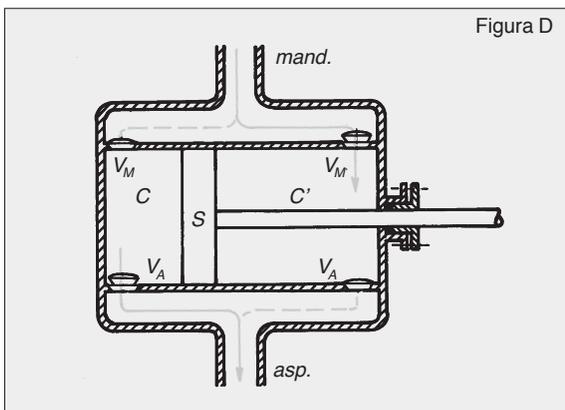


Figura D

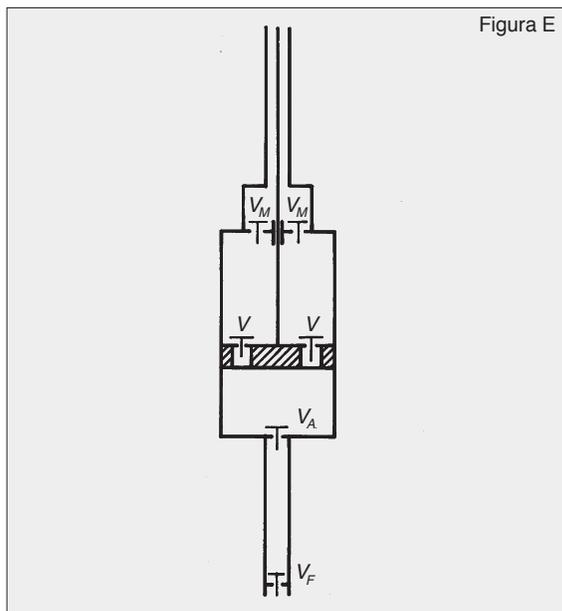


Figura E

- un'asta sollecitata a trazione;
- uno stantuffo a disco con una o più valvole (V) che permettono il passaggio del fluido soltanto quando lo stantuffo viene abbassato; nella corsa di ritorno lo stantuffo (le cui valvole si chiudono per la pressione esercitata dall'acqua) solleva il liquido e lo costringe ad attraversare le valvole di mandata ( $V_M$ ) poste sulla sommità del cilindro; ciò crea una depressione nella parte inferiore di questo che si riempie mediante l'apertura della valvola di aspirazione  $V_A$ ;
- un'altezza geodetica di aspirazione di  $4 \div 5$  m.

Il volume descritto dallo stantuffo nel suo ciclo si chiama **cilindrata**:  $C = \pi \cdot d^2 \cdot s / 4$  con  $d$  diametro del cilindro e  $s$  corsa dello stantuffo.

Se il manovellismo compie  $n$  giri/min, per una pompa a stantuffo a semplice effetto la portata effettiva è:

$$q_V = \eta_v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s \cdot \frac{n}{60} \quad (25.2)$$

Per una pompa a doppio effetto, trascurando il volume occupato dall'asta dello stantuffo, si raddoppia il valore della portata effettiva.

Fissato il valore  $m$  del rapporto corsa / diametro ( $0,8 \div 5$ ) in relazione alle caratteristiche della pompa, si determina la corsa del cilindro  $s = m \cdot d$ .

L'asta dello stantuffo viene calcolata come un solido allungato soggetto a un carico di punta di intensità:

$$P = p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

con  $p$  pressione interna.

Per quanto concerne le **valvole automatiche**, esse **devono assicurare il passaggio di una quantità di li-**

**quido pari a quattro volte la portata teorica della pompa** per tener conto di vari fattori tra cui la contrazione del fluido nell'attraversamento delle luci e l'inerzia opposta dall'apertura delle valvole. Indicando con  $n$  le valvole impiegate e con  $v$  la velocità assunta dal fluido ( $1 \div 2$  m/s per prevalenze medie e basse, fino a  $4 \div 5$  m/s per le alte) nell'attraversamento della valvola con sezione di passaggio  $a$ , deve essere:

$$4 \cdot q_v = n \cdot a \cdot v \quad (25.5)$$

Fissando  $n$  si ricava la sezione di passaggio  $a$  e da essa si risale al diametro  $d$  delle valvole stesse.

La scelta del tipo di motrice più adatta ad azionare una pompa alternativa dipende:

- dal basso regime di moto;
- dalla disponibilità di forza motrice nel luogo di installazione;
- dalle esigenze di funzionamento dell'impianto.

Le motrici possono essere del tipo:

- macchina a vapore: è caratterizzata da un basso regime di moto che permette l'accoppiamento diretto ed elimina il manovellismo intermedio, ma è condizionata dalla disponibilità del vapore;
- motore elettrico: è caratterizzato da un regime di rotazione elevato che ne richiede un riduttore intermedio e un manovellismo capace di trasformare il moto rotatorio in moto alternativo. Ha il vantaggio

che l'energia elettrica è generalmente disponibile;

- motori Diesel o a scoppio: hanno gli stessi inconvenienti del motore elettrico, aggravati dalla presenza di un ingombrante volano, da una più accurata sorveglianza e dalla necessità di periodici rifornimenti di carburante.

L'avviamento di una pompa a stantuffo richiede l'adescamento della pompa: se la tubazione di aspirazione non è piena d'acqua bisogna riempire preventivamente la tubazione di aspirazione. Per quanto concerne la regolazione della portata è sufficiente variare i giri al minuto della motrice (cosa possibile con una macchina a vapore ma quasi impossibile con i motori elettrici a corrente alternata) o mediante un raccordo che collega la tubazione di mandata con quella di aspirazione e una *valvola bypass* che permette il ritorno sull'aspirazione di parte del liquido erogato. Il by-pass è utile anche per la manovra di avviamento perché facilita l'adescamento ma ad una **diminuzione della portata utile** corrisponde una **spesa di energia costante**.

La manutenzione di una pompa alternativa riguarda:

- le valvole automatiche per via dell'usura delle superfici di tenuta;
- i premistoppa dovranno essere registrati in modo da permettere un leggero tra filamento di acqua tale da non ridurre il rendimento ma assicurare il raffreddamento dell'asta dello stantuffo;
- le fasce elastiche dello stantuffo.