

## Esame di abilitazione per l'esercizio della professione di ingegnere – Novembre 2005

### Ingegneria Gestionale – Tema impiantistico

L'azienda HYDROPUMP produce e distribuisce pompe idrauliche ad alta pressione per uso agricolo e industriale. Recentemente il Consiglio di Amministrazione di HYDROPUMP di intesa con la Direzione Generale ha deliberato l'acquisto di un nuovo terreno di circa 20.000 m<sup>2</sup>, adiacente a quello attualmente occupato dall'azienda, da impiegare per la costruzione di un nuovo capannone industriale. A questo scopo gli ingegneri della HYDROPUMP sono stati coinvolti in un processo di razionalizzazione del sistema produttivo e più precisamente nella RIPROGETTAZIONE della macro area LAVORAZIONI MECCANICHE a servizio dell'assemblaggio delle pompe idrauliche, la cui area occuperà interamente l'attuale stabilimento non oggetto del presente studio.

La figura 1 descrive l'architettura di riferimento di una generica pompa a 3 pistoni di cui la figura 2 riporta un esploso esemplificativo. La pompa si compone principalmente delle seguenti parti: testata (doppia nelle pompe a 6 pistoni), carter, alberi (uno per pompa), bielle.

#### ARCHITETTURA DI RIFERIMENTO

##### 1. Testata in ottone

2. Valvola di aspirazione e mandata in acciaio inox

3. Pistoni di guida

##### 4. Bielle di costruzione integrale (monopezzo)

5. Pistoni in ceramica integrale

6. Doppie guarnizioni di tenuta

7. Valvola di regolazione

##### 8. Carter in lega d'alluminio

9. Cinematismo interno

##### 10. Albero presa di forza maschio o femmina con flangia

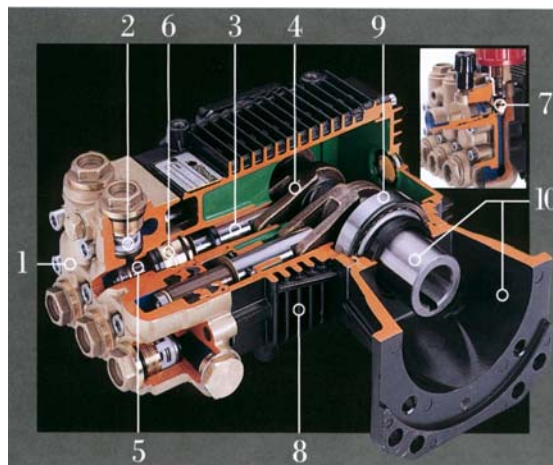


Figura 1. Architettura di riferimento pompa a 3 pistoni.

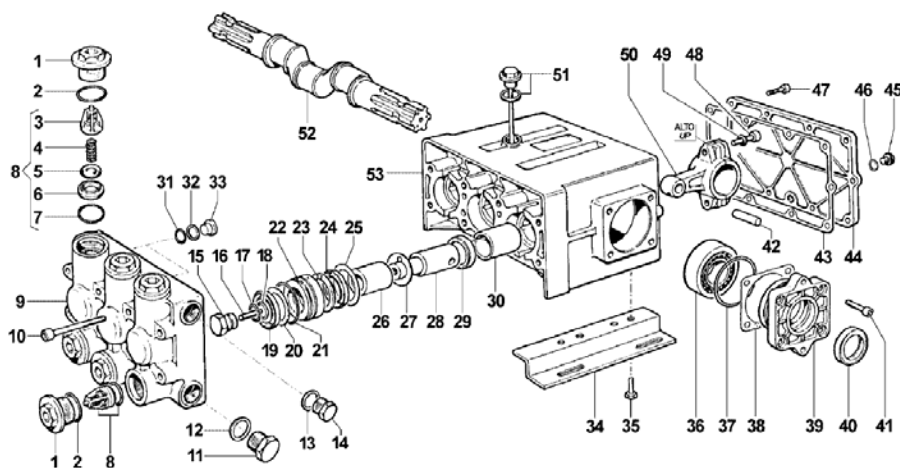


Figura 2. Esploso pompa a 3 pistoni.

Al progettista del nuovo sistema produttivo è richiesto di pianificare il fabbisogno globale di risorse e spazio in pianta da dedicare al reparto LAVORAZIONI MECCANICHE. Questo fabbisogno è ragionevolmente costante nel tempo: in prima analisi si può trascurare l'esistenza di una stagionalità della domanda, comunque ammortizzata dagli impianti di stoccaggio.

La tabella n° 1 riporta le previsioni di vendita per l'anno 2007 (primo anno di operatività del nuovo sistema produttivo). Il mix produttivo si compone di 5 famiglie principali di pompe (a 3 o 6 pistoni) per ciascuna delle quali si possono considerare 4 tipologie distinte (type 1-4) in ragione della collocazione dei prodotti sul mercato di vendita mondiale di riferimento. La produzione è organizzata in 225 giorni medi stimati di operatività annua del sistema. Le tabelle 2 - 5 rappresentano i cicli di fabbricazione delle parti principali di cui si compone la generica pompa. I tempi sono espressi in [min/pz] e interessano risorse macchina e operatori, prevalentemente impiegati nelle operazioni di attrezzaggio manuale. La tabella 6 riporta gli ingombri unitari di ciascuna risorsa produttiva impiegata nel sistema.

Codice pompa	n° pistoni	produzione (pz/anno)			
		type 1	type 2	type 3	type 4
HT V6	6	2000	2300	300	100
HT V3	3	1400	5200	200	100
HT GT3sx	3	1400	5100	100	100
HT W3s	3	2100	5100	200	50
GT V6	6	1000	5000	150	50

Tabella 1. Previsioni di vendita pompe anno 2007

CICLO ALBERO				
ID	descrizione	risorsa	Tempo Macchina (min/pz)	Tempo Operatore (min/pz)
10	fresatura	centro di lavoro_acciaio	2,40	1,00
20	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_acciaio	3,00	1,00
30	controllo dimensionale	tav controllo_acciaio	4,60	4,60
40	tornitura	tornio	6,50	1,00
50	foratura assiale	tornio	1,20	3,00
60	fresatura	centro di lavoro_acciaio	5,40	1,00
70	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_acciaio	2,10	1,00
80	controllo dimensionale	tav controllo_acciaio	5,00	5,00
90	rettifica	rettifica multistep	5,80	0,50
100	controllo dimensionale	tav controllo_acciaio	10,80	10,80
110	imballaggio e protezione	tav controllo_leghe	1,00	1,00

Tabella 2. Ciclo di lavorazione caratteristico "albero"

CICLO TESTA				
ID	descrizione	risorsa	Tempo Macchina (min/pz)	Tempo Operatore (min/pz)
10	fresatura	centro di lavoro_leghe	5,60	1,50
20	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_leghe	2,50	1,00
30	controllo dimensionale	tav controllo_leghe	4,00	4,00
40	piantaggio sedi valvole	robot sedi e guide valvole	2,10	1,00
50	fresatura	centro di lavoro_leghe	2,40	1,00
60	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_leghe	2,50	1,00
70	controllo dimensionale	tav controllo_leghe	4,00	4,00
80	piantaggio guide valvole	robot sedi e guide valvole	5,10	1,00
90	fresatura e maschiatura	centro di lavoro_leghe	2,40	8,90
100	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_leghe	5,00	1,00
110	controllo dimensionale	tav controllo_leghe	6,50	6,50

Tabella 3. Ciclo di lavorazione caratteristico "testa"

CICLO CARTER				
ID	descrizione	risorsa	Tempo Macchina (min/pz)	Tempo Operatore (min/pz)
10	fresatura	centro di lavoro_leghe	8,80	1,00
20	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_leghe	2,50	1,00
30	controllo dimensionale	tav controllo_leghe	4,00	4,00
40	alesatura	centro di lavoro_leghe	38,10	1,00
50	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_leghe	2,50	1,00
60	controllo dimensionale	tav controllo_leghe	14,40	12,50
70	imballaggio e protezione	tav controllo_leghe	1,00	1,00

Tabella 4. Ciclo di lavorazione caratteristico "carter"

**CICLO BIELLA**

ID	descrizione	risorsa	Tempo Macchina (min/pz)	Tempo Operatore (min/pz)
10	fresatura	centro di lavoro_acciaio	2,50	1,00
20	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_acciaio	3,00	1,00
30	controllo dimensionale	tav controllo_acciaio	4,60	4,60
40	foratura perni (biella e banco)	centro di lavoro_acciaio	2,30	0,80
50	fresatura	centro di lavoro_acciaio	15,40	0,20
60	lavaggio e soffiatura	lavatrice_centro lav_acciaio	2,50	1,00
70	controllo dimensionale	tav controllo_acciaio	4,00	4,00
80	rettifica perni di biella	rettifica multistep	5,50	0,50
90	rettifica perni di banco	rettifica multistep	3,40	0,50
100	montaggio cappelli	tav controllo_acciaio	3,40	3,40
110	controllo dimensionale	tav controllo_acciaio	3,40	3,40
120	imballaggio e protezione	tav controllo_leghe	1,00	1,00

Tabella 5. Ciclo di lavorazione caratteristico “biella”

Risorsa produttiva	Ingombro Unitario [m <sup>2</sup> ]	Turni di operatività
centro di lavoro_acciaio	12	3
centro di lavoro_leghe	12	3
lavatrice_centro lav_acciaio	8	3
lavatrice_centro lav_leghe	8	3
rettifica multistep	8	3
robot sedi e guide valvole	5	2
tav controllo_acciaio	4	2
tav controllo_leghe	4	2
tornio	10	2

Tabella 6. Ingombro unitario [m<sup>2</sup>] e numero di turni di operatività, risorsa produttiva

Si richiede di:

1. calcolare il numero di risorse da impiegare (macchine e operatori), considerando una disponibilità delle macchine pari al 90% e un rendimento medio degli operatori pari all'85%.
2. costruire la tabella from-to dei flussi fisici di merce tra le risorse produttive impiegate. Si esprimano detti flussi in UDM (unità di movimentazione) considerando unità pallettizzate mono-parte (carter, bielle, alberi o teste) transitanti nel sistema e capaci di contenere i seguenti numeri di parti: 4 carter; 8 bielle; 12 alberi; 4 teste.
3. collocare in pianta le risorse produttive necessarie nel rispetto del numero sopra calcolato, specificando ed esplicitando preliminarmente i passi seguiti dall'approccio impiegato per la collocazione. Detto approccio deve minimizzare il costo annuo della movimentazione fisica di merce. Nella disposizione planimetrica contemplare la presenza di corridoi per la movimentazione della merce. Il layout deve essere costruito in pianta nel rispetto delle proporzioni esplicitando gli ingombri dove possibile ed indicando le risorse impiegate (macchine e operatori). Documentare con precisione detto layout, specificando anche i punti di scambio merce (carico/scarico) per ciascuna risorsa produttiva.
4. Prevedere, secondo il buon senso, la presenza di uffici e aree complementari di ausilio alla produzione (accettazione e collaudo merce in ingresso, aree di stoccaggio, ufficio produzione, servizi igienici, etc.). Collocare, dopo averle opportunamente dimensionate, queste risorse in pianta.

Per lo svolgimento del progetto si considerino le seguenti ipotesi:

1. Esplicitare i criteri di scelta impiegati nello sviluppo dei singoli precedenti punti.
2. Nella costruzione del layout il candidato ha piena libertà di scelta della forma e capacità del capannone che andrà ad accogliere il sistema produttivo.
3. L'area da progettare è a servizio della sola lavorazione meccanica di parti che saranno assemblate altrove. Tuttavia il sistema è servito almeno da un magazzino di input e da uno di output.
4. Gli operai lavorano sempre su due turni. Le macchine operano sul numero di turni specificato in tabella 6. Il numero di ore previste per turno è mediamente pari a 7,5.

5. Il *centro di lavoro leghe* è un FMS dotato di 5 stazioni equivalenti a 5 macchine (stazioni/workstation) ciascuna dell'ingombro indicato in tabella 6. Detto FMS è acquistabile e collocabile in pianta come un blocco unico.
6. Nell'assegnare l'area da dedicare allo stoccaggio fisico di merce nel sistema, si consideri che il magazzino di stoccaggio materie prime (parti grezze) deve avere una capacità almeno corrispondente ad una copertura del fabbisogno produttivo pari a 12 giorni lavorativi. Il magazzino semilavorati, che accoglie le parti da destinare all'assemblaggio finale, copre 6 giorni lavorativi di fabbisogno. Le unità di carico (UDC) equivalgono a quelle di movimentazione (UDM) ed hanno un ingombro in pianta pari a 800 x 800 mm.
7. Altezza utile del capannone 8 m.

---

***Note allo svolgimento:***

*Rispondere alle domande in modo ordinato, fornendo, dove possibile, i dati risultanti in versione tabellare e giustificando esplicitamente i valori ottenuti. Si esplicitino, per quanto possibile, i calcoli e si giustifichino le scelte e ipotesi eventualmente adottate.*

***Con riferimento ad eventuali dati mancanti si facciano ipotesi di buon senso.***