

# MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

## MONOCILINDRICO CICLO OTTO

V1	40	cm <sup>3</sup>
C/D	0,7	
D	4,175	cm
C	2,923	cm
Rapporto vol. compressione	10	
Vc	4,444	cm <sup>3</sup>
n	60	giri/min    3600 giri/min
vp	3,507	m/s
pme	1	Mpa
motore 4 tempi		
epsilon	2	
cilindri	1	
Vtot	40	cm <sup>3</sup>
Pe <sub>eff</sub>	1200	w
	1,2	Kw
Me <sub>eff</sub>	3,185	Nm
Portata combustibile mc	0,163	g/s
Consumo specifico C <sub>sc</sub>	487,5	g/kWh
Pci benzina	44	MJ/kg
rendimento g	0,168	16,78 %

## 4 CILINDRI CICLO OTTO

V1	400	cm <sup>3</sup>
C/D	0,8	
D	8,604	cm
C	6,883	cm
Rapporto vol. compressione	10	
Vc	44,444	cm <sup>3</sup>
n	100	giri/min    6000 giri/min
vp	13,766	m/s
pme	1	Mpa
motore 4 tempi		
epsilon	2	
cilindri	4	
Vtot	1600	cm <sup>3</sup>
Pe <sub>eff</sub>	80000	w
	80	Kw
Me <sub>eff</sub>	127,389	Nm
Portata combustibile mc	5,2	g/s
Consumo specifico c <sub>sc</sub>	234	g/kWh
Pci benzina	44	MJ/kg
rendimento glc	0,350	34,97 %

*NB: non conviene far lavorare un gruppo elettrogeno per troppo tempo oltre il 70% della sua potenza nominale. Quindi è meglio sempre sovradimensionare un bel po' la potenza fornita, rispetto a quella necessaria.*

Potenza sfruttabile 70%	840	w
Rendimento alternatore ele	0,98	
Rendimento meccanico	0,95	
Potenza effettiva elettrica	782,04	w

Potenza sfruttabile 70%	56000	w
Rendimento alternatore elet.	0,98	
Rendimento meccanico	0,95	
Potenza effettiva elettrica	52136	w

## CALCOLO PRESTAZIONI

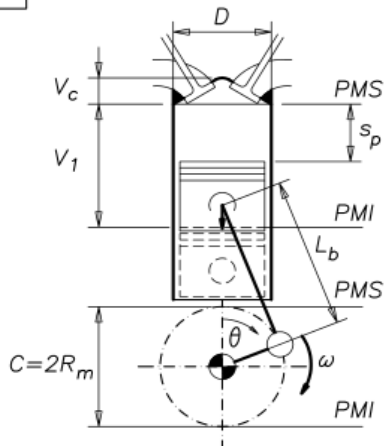
**Grandezze geometriche e cinematiche.** Le principali grandezze geometriche (fig. A): *alesaggio* ( $D$ ), *corsa* ( $C$ ) e *cilindrata unitaria* ( $V_1$ ) sono legate tra loro dalla relazione:  $V_1 = \pi D^2 C/4$ . Fissato per esempio  $V_1 = 400 \text{ cm}^3$  e il rapporto  $C/D$  ( $= 0,8$ : vedi tab. D) si ricavano  $D$  e  $C$  (o viceversa):  $D = \sqrt[3]{4V_1/\pi(C/D)}$   $= \sqrt[3]{4 \times 400/(\pi \times 0,8)} = 8,6 \text{ cm} = 86 \text{ mm}$ , da cui:  $C \cong 69 \text{ mm}$ . Essendo il *rapporto volumetrico di compressione*:  $r = (V_1 + V_c)/V_c$ , assunto per esempio  $r = 10$ , si calcola il volume della camera di combustione:  $V_c = V_1/(r - 1) = 400/9 = 44,4 \text{ cm}^3$ . Lo spostamento del pistone dal PMS è funzione del rapporto tra il raggio di manovella  $R_m$  e la lunghezza della biella  $L_b$  ( $\Lambda = R_m/L_b$ ) e dell'angolo  $\theta$ :  $s_p = C/2(1 + 1/\Lambda - \cos \theta - 1/\Lambda \sqrt{1 - \Lambda^2 \sin^2 \theta})$ . Se si ritiene  $\Lambda^2$  trascurabile, velocità  $u_p$  e accelerazione  $a_p$  del pistone si possono calcolare con le seguenti espressioni approssimate:  $u_p \simeq \bar{u}_p \pi/2 (\sin \theta + \Lambda/2 \sin 2\theta)$  e  $a_p \cong \omega^2 C/2(\cos \theta + \Lambda \cos 2\theta)$ . I valori di:  $s_p/C$ ,  $u_p/\bar{u}_p$  e  $2a_p/\omega^2 C$  sono riportati in figura B in funzione di  $\theta$  per i due tipici valori  $\Lambda = 0,25$  e  $\Lambda = 0,30$ . Un parametro molto usato è la velocità media  $\bar{u}_p$  del pistone in un giro completo di manovella:  $\bar{u}_p = 2Cn$ . Per contenere le forze d'inerzia e le perdite fluidodinamiche,  $\bar{u}_p$  è limitata nell'intervallo: 5–20 m/s, con i valori tipici per le varie categorie di motori riportati nella tabella D. Nell'esempio in esame ( $C = 69 \text{ mm} = 0,069 \text{ m}$ ), assunto  $n = 100 \text{ giri/s}$ , si ha:  $\bar{u}_p = 2Cn = 2 \times 0,069 \times 100 = 13,8 \text{ m/s}$ , valore medio per un motore d'autovettura (tab. D).

**Potenza e coppia.** Sono le principali grandezze che definiscono le prestazioni di un motore. La *potenza effettiva* resa disponibile all'albero motore, a un dato regime, può essere prevista mediante la relazione:  $P_e = p_{me} V_t n/\varepsilon$  che la esprime in funzione di:  $p_{me}$  (Pa) pressione media effettiva (= *lavoro* per unità di cilindrata e per ciclo): è un indice sintetico del ciclo di pressioni che si ha nel cilindro;  $V_t$  ( $\text{m}^3$ ) cilindrata totale: cilindrata unitaria  $V_1$  per il numero dei cilindri;  $n$  ( $\text{s}^{-1}$ ) regime di rotazione dell'albero motore, espresso in giri al secondo;  $\varepsilon$  numero di giri per ciclo:  $\varepsilon = 2$  per motore 4 tempi,  $\varepsilon = 1$  per 2 tempi. Supposto per esempio  $V_1 = 400 \text{ cm}^3$  per un 4 cilindri 4 tempi per autovettura ( $V_t = 1600 \text{ cm}^3$ ), stimati sulla base della tabella D i valori medi:  $p_{me} = 1 \text{ MPa}$  e  $n = 6000 \text{ giri/min} = 100 \text{ giri/s}$ , si può prevedere una potenza massima:  $P_e = 1 \times 10^6 \times 1600 \times 10^{-6} \times 100/2 = 80000 \text{ W} = 80 \text{ kW}$ .

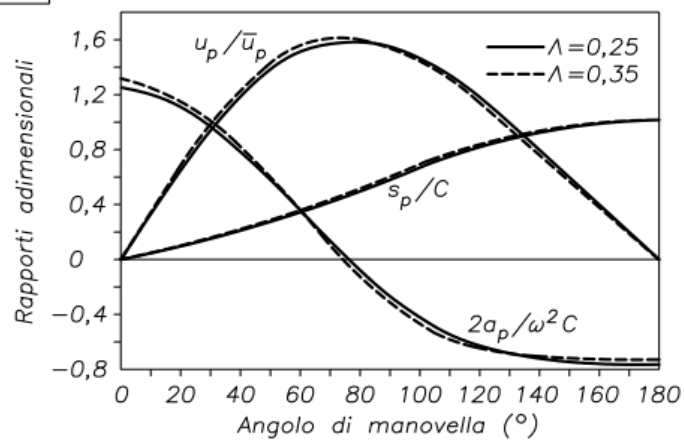
La *coppia effettiva* è legata alla potenza dalla relazione:  $M_e = P_e/\omega = P_e/2\pi n$ ; e quindi, nel caso precedente:  $M_e = 80000/2\pi \times 100 = 127 \text{ Nm}$ . Coppia e potenza variano con  $n$  e con il carico. A piena ammissione, in funzione del regime di rotazione hanno l'andamento mostrato in figura C e costituiscono le prestazioni limite che il motore è in grado di fornire.

**Consumo specifico di combustibile.** Misura l'efficienza con cui un motore utilizza il combustibile per produrre potenza meccanica. È definito come rapporto tra la portata di combustibile bruciato  $\dot{m}_c$  e la potenza  $P_e$  prodotta e è legato al rendimento globale  $\eta_g$  e al potere calorifico inferiore del combustibile  $H_i$  tramite la relazione:  $c_{sc} = \dot{m}_c/P_e = 1/\eta_g H_i$ . Nella pratica  $c_{sc}$ , anziché in unità di misura SI (kg/J) si esprime di solito in (g/kWh). Tenuto allora presente che in 1 h ci sono 3600 s, nel caso in esame, supposto noto  $\dot{m}_c = 5,2 \text{ g/s}$ , si ha:  $c_{sc} = 5,2 \times 3600/80 = 234 \text{ g/kWh}$ . Assunto per la benzina  $H_i = 44 \text{ MJ/kg}$ , a esso corrisponde un rendimento:  $\eta_g = 3600/(234 \times 10^{-3} \times 44 \times 10^3) = 0,35 = 35\%$ .

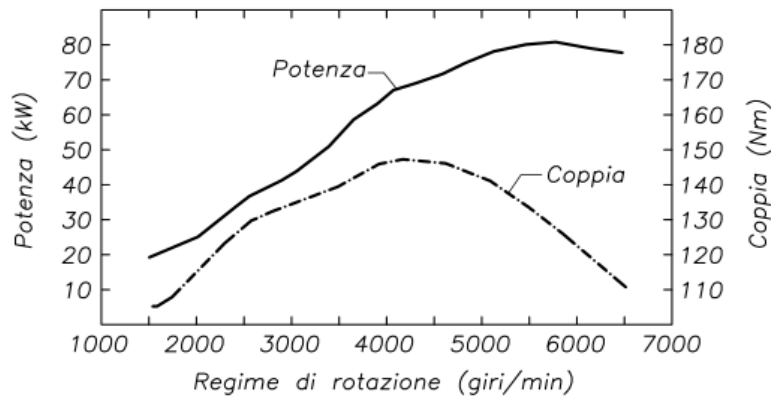
**A** Grandezze geometriche



**B** Valori cinematici caratteristici



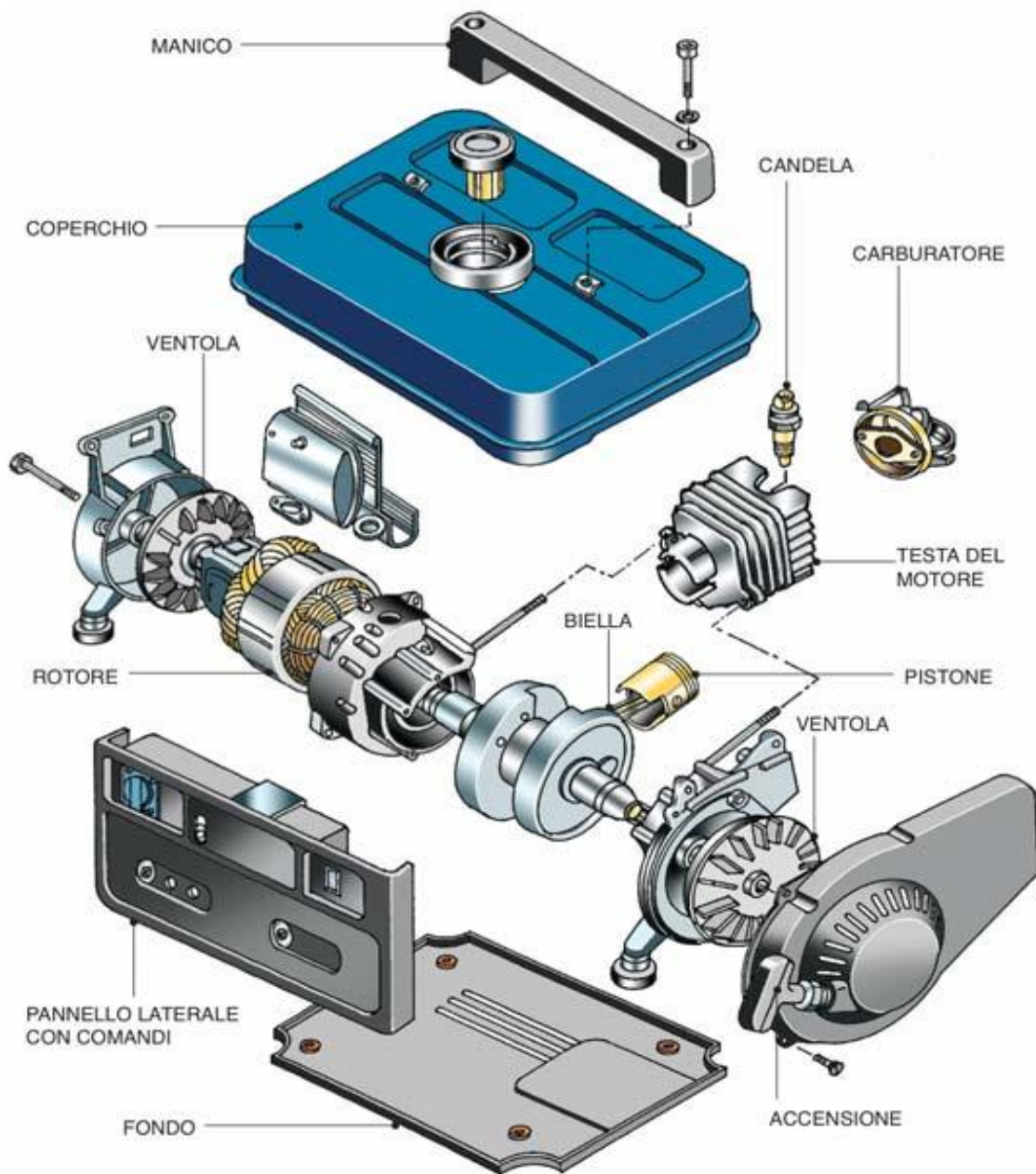
**C** Potenza e coppia



**D** Parametri caratteristici di motori tipici per diversi campi d'applicazione

Tipo di motore	n (giri/s)	D (mm)	C/D	$\bar{u}_p$ (m/s)	r	$P_{em}$ (MPa)	$\eta_g$ (%)	(kW/dm <sup>3</sup> )
<b>Motocicli:</b>								
Otto 2 tempi	120÷160	45÷70	0,8÷1,0	16÷20	7÷9	0,7÷1,0	25÷30	100÷200
Otto 4 tempi	100÷160	50÷80	0,7÷0,9	15÷18	9÷11	0,9÷1,1	30÷35	70÷100
<b>Gruppi mobili:</b>								
Otto 2 tempi	100÷140	40÷70	0,8÷1,0	14÷18	6÷8	0,6÷0,8	20÷30	60÷100
Diesel 4 tempi	70÷80	70÷90	0,9÷1,1	10÷14	18÷21	0,7÷0,9	30÷40	30÷50
<b>Autovetture:</b>								
Otto 4 tempi	90÷110	70÷100	0,8÷1,0	11÷16	9÷11	0,8÷1,2	30÷38	40÷70
Diesel 4 tempi	70÷80	80÷100	1,0÷1,1	11÷13	20÷23	0,7÷1,4	35÷42	25÷35
<b>Trasporto:</b>								
Diesel 4 t. asp.	35÷45	90÷130	1,0÷1,2	9÷13	17÷20	0,7÷0,9	36÷44	16÷20
Diesel 4 t. sovr.	35÷40	90÷140	1,1÷1,3	9÷13	16÷17	1,1÷1,4	40÷48	20÷25
<b>Media velocita':</b>								
Diesel 4 t. sovr.	10÷30	150÷400	1,1÷1,4	8÷11	15÷16	1,5÷2,2	45÷50	10÷22
<b>Motori lenti:</b>								
Diesel 2 t. sovr.	1,2÷2,4	550÷850	2,0÷3,6	6÷8	13÷15	1,6÷1,8	50÷55	2÷5

## GRUPPO ELETTROGENO



### Tipo di motore

I gruppi elettrogeni sono anche catalogati in base al carburante che utilizzano e quindi al tipo di motore che li equipaggia:

**generatore di corrente 2 tempi**

**generatore di corrente 4 tempi**

**generatore di corrente diesel**

Il generatore di corrente a benzina è il più diffuso, tenendo conto che quello a 2 tempi risulta il più piccolo e compatto, proprio per la minore complessità del motore; riesce a essere molto contenuto nelle dimensioni anche quello a 4 tempi, che solitamente è preferito perché alimentato solo con benzina, *produce minori emissioni nocive* e dispone di tagli di potenza erogata superiori: la potenza aumenta con il ventaglio disponibile di modelli a 4 tempi e ancor più con quelli a gasolio. Nel comparto dei 4 tempi ci sono anche quelli alimentati a gas (GPL, butano, propano) che hanno ulteriori vantaggi in termini di emissioni.