

# Dispensa del corso di “SISTEMI ENERGETICI”

Argomento: Sistemi Energetici (parte 2)

**Prof. Pier Ruggero Spina**  
Dipartimento di Ingegneria



università di ferrara  
DA SEICENTO ANNI GUARDIAMO AVANTI.

# Motori alternativi a combustione interna



# Sommario

- Introduzione
- Parametri di funzionamento
- Diagramma di indicatore reale e ideale
- Funzionamento reale del motore
- Curve di prestazione



# Introduzione



# Motore a 2 e a 4 tempi

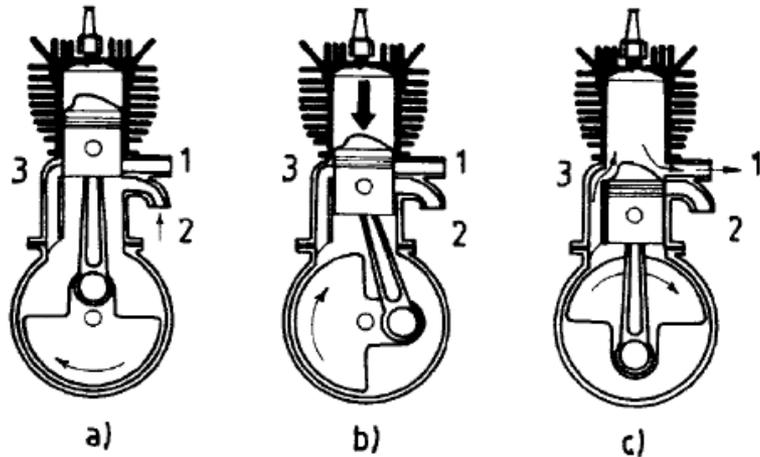


Figura 1.2: Fasi del ciclo a due tempi.

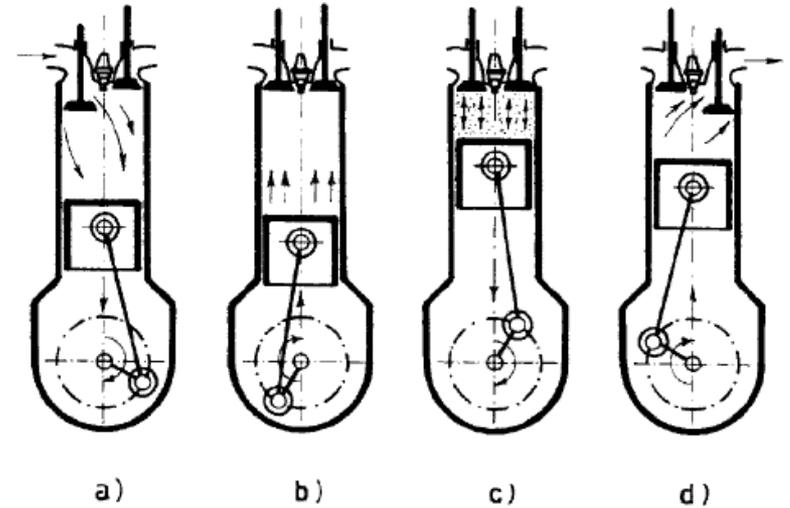


Figura 1.1: Fasi del ciclo a quattro tempi.



# Disegno costruttivo di un MCI

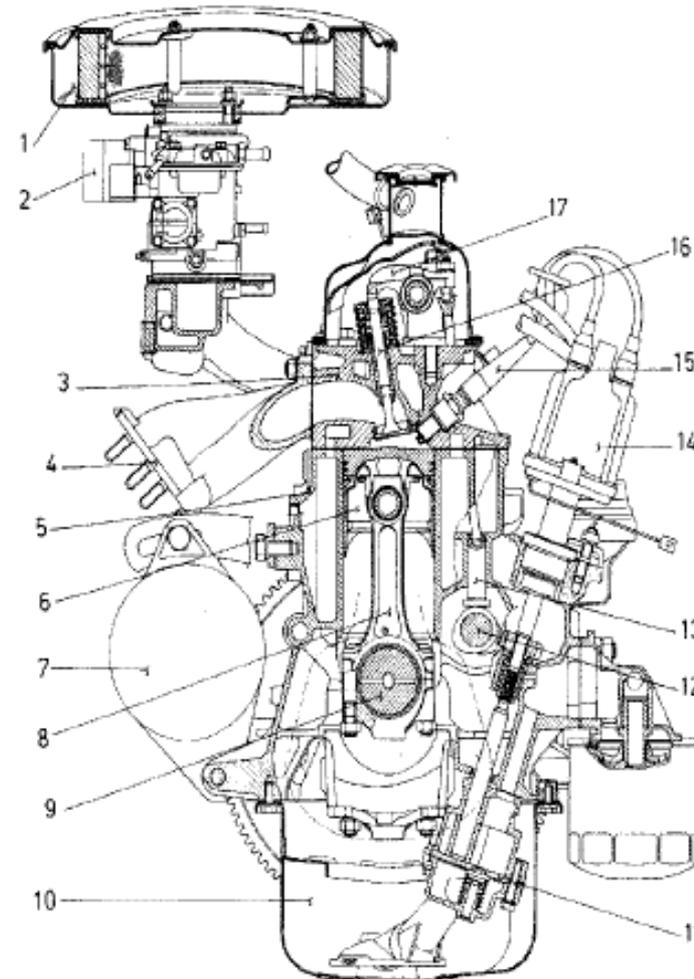


Figura 1.3: Sezione trasversale di un motore veloce. 1. Filtro aria. 2. Carburatore. 3. Testata. 4. Condotto di scarico. 5. Blocco cilindri (monoblocco). 6. Pistone. 7. Alternatore. 8. Biella. 9. Albero motore. 10. Coppa olio. 11. Pompa olio. 12. Albero a camme. 13. Asta bilancieri. 14. Spinterogeno. 15. Candela. 16. Valvola di scarico. 17. Bilanciere.



# Disegno costruttivo di un MCI

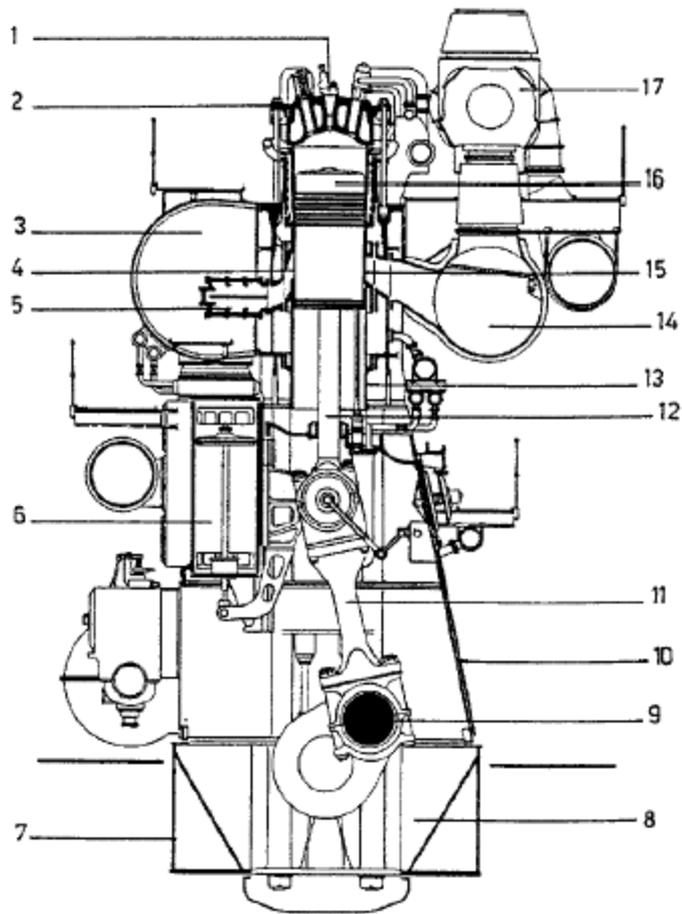


Figura 1.4: Sezione trasversale di un motore lento. 1. Iniettore. 2. Testata. 3. Collettore di lavaggio. 4. Luci di lavaggio. 5. Valvole lamellari di non ritorno. 6. Compressore alternativo aria lavaggio. 7. Basamento. 8. Carter. 9. Albero. 10. Incastallatura. 11. Biella. 12. Asta dello stantuffo. 13. Cilindro. 14. Collettore di scarico. 15. Luci di scarico. 16. Stantuffo. 17. Turbocompressore.

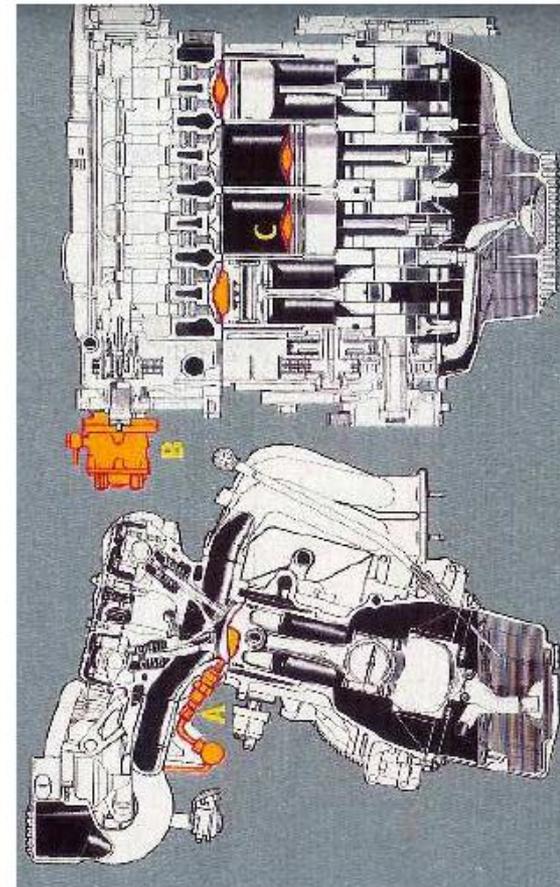
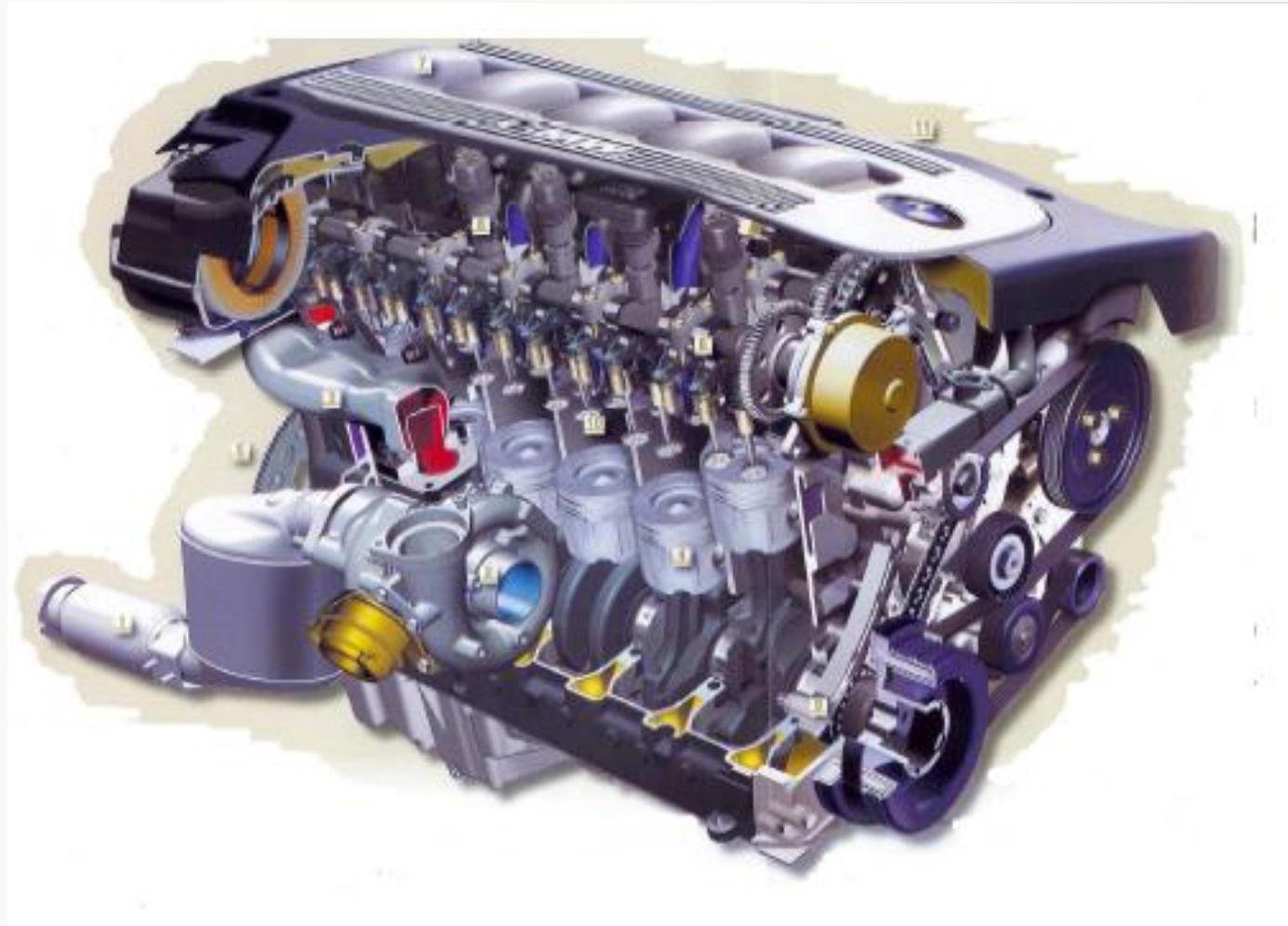


Figura 1.5: Sezione trasversale di un motore ad accensione comandata (Alfa Romeo).



# Spaccato di un MCI ad accensione spontanea (BMW)



# Parametri di funzionamento



# Diagramma di indicatore reale

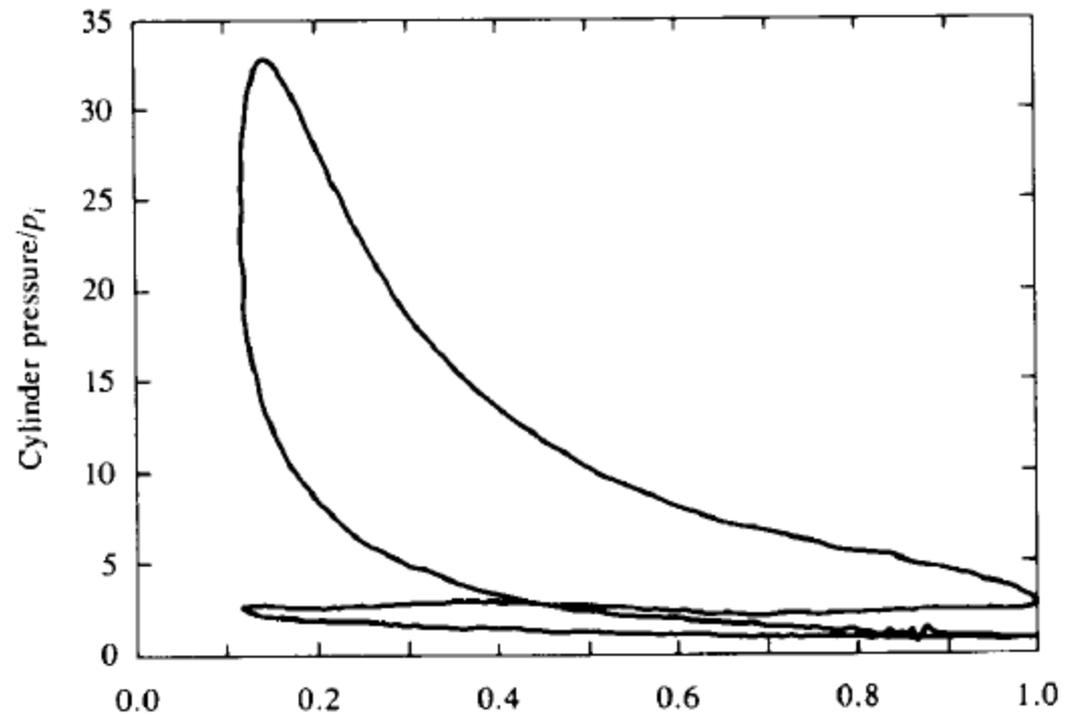
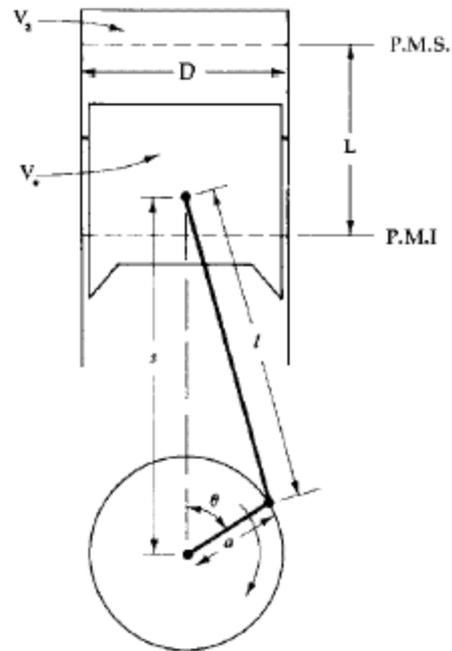


Figura 2.2: Ciclo di lavoro di un motore AC, 4T, aspirato.

# Diagrammi di indicatore ideali

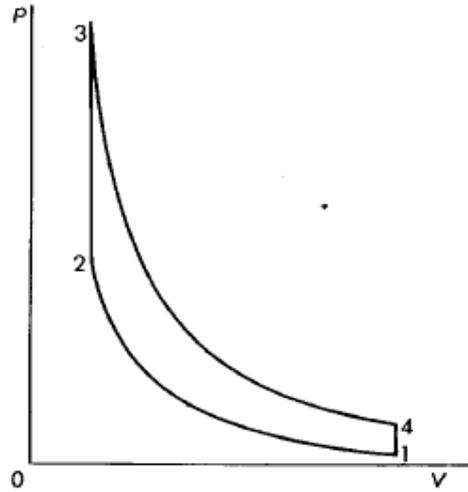


Figura 3.5: Ciclo Otto.

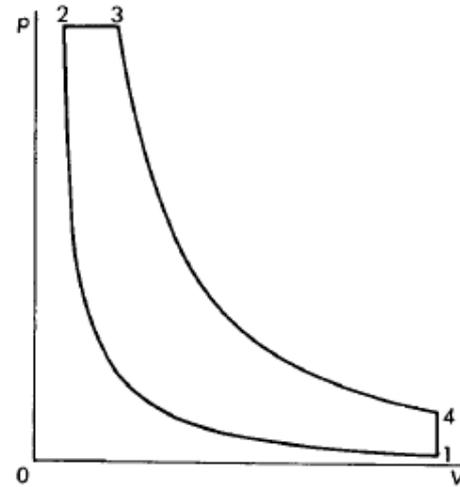


Figura 3.6: Ciclo Diesel.

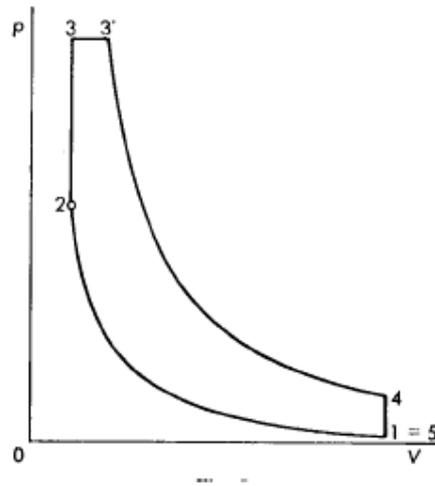


Figura 3.7: Ciclo Sabathé.



# Rendimento termodinamico

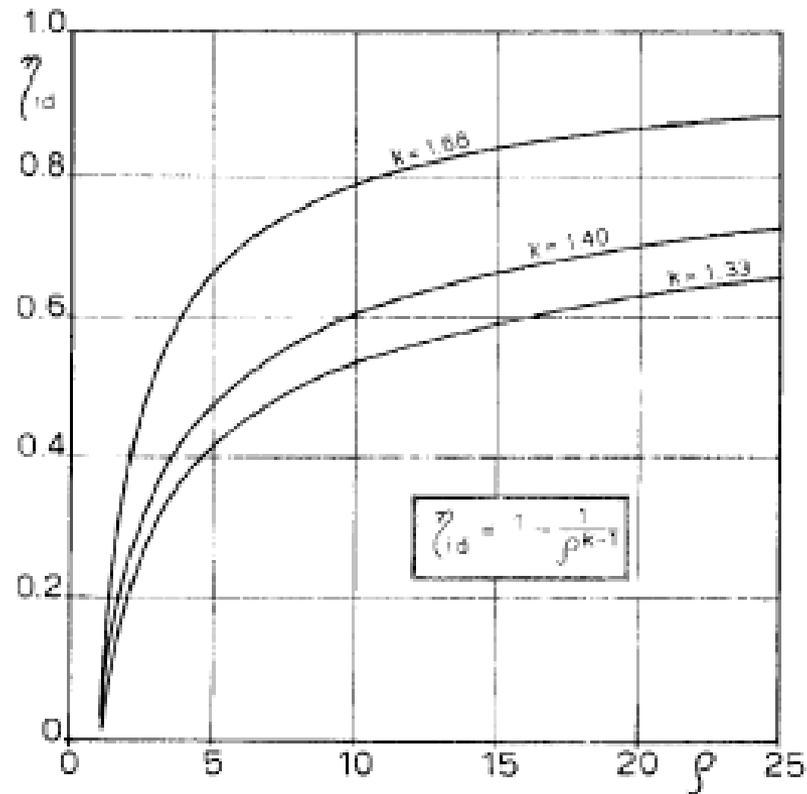


Figura 3.8: Rendimento del ciclo Otto.



# Funzionamento reale del motore



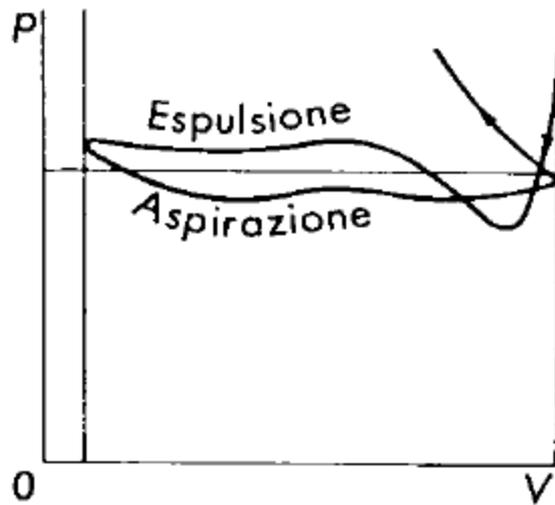


Figura 5.2: Ciclo di pompaggio per un motore 4T.

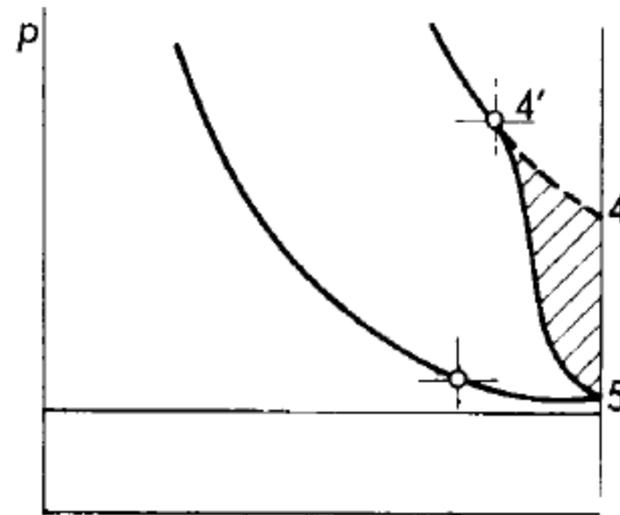


Figura 5.3: Fase di scarico e lavaggio nel ciclo indicato di un motore 2T.

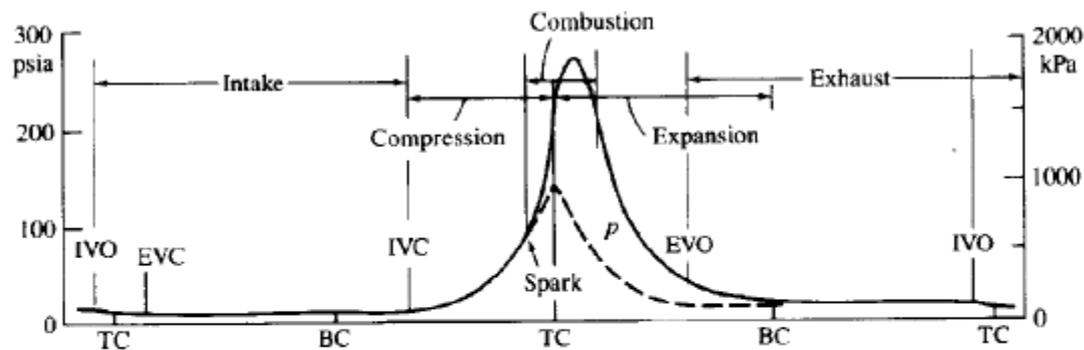


Figura 5.5: Distribuzione della pressione per un motore AC 4T: Top-Center (TC) = P.M.S; Bottom-Center (BC) = P.M.I.; Inlet Valve Opening (IVO) = apertura valvola di aspirazione; Inlet Valve Closing (IVC) = chiusura valvola di aspirazione; Exhaust Valve Opening (EVO) = apertura valvola di scarico; Exhaust Valve Closing (EVC) = chiusura valvola di scarico.

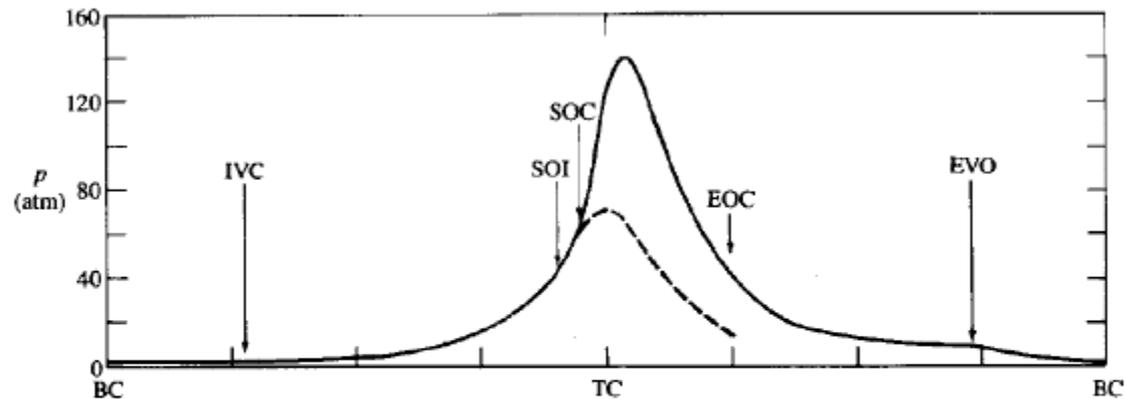


Figura 5.6: Distribuzione della pressione per un motore AS: Top-Center (TC) = P.M.S; Bottom-Center (BC) = P.M.I.; Inlet Valve Closing (IVC) = chiusura valvola di aspirazione; Exhaust Valve Opening (EVO) = apertura valvola di scarico; SOI = inizio iniezione; SOC = inizio combustione; EOC = fine combustione;



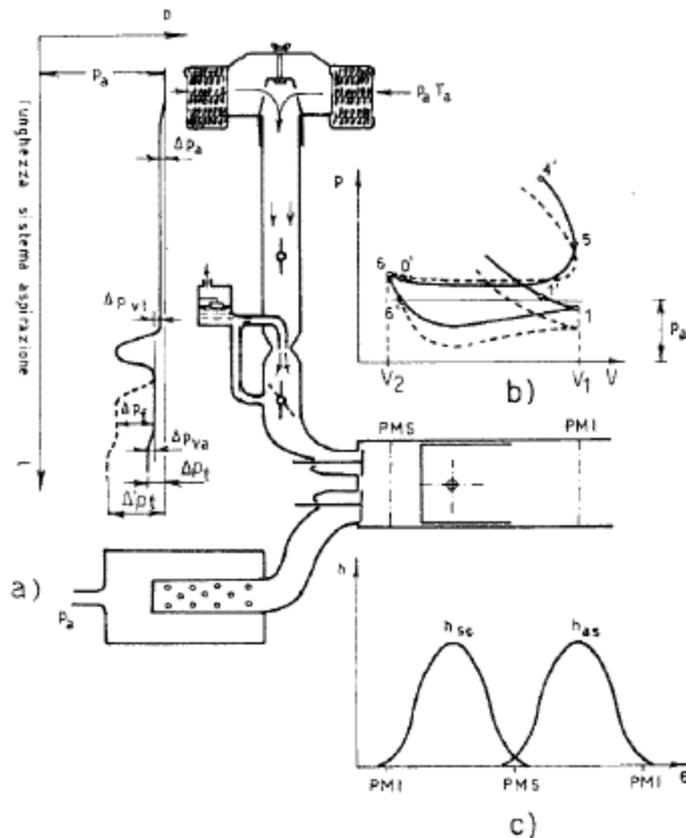


Figura 5.7: Processi di scambio di massa per un motore AC 4T: a) distribuzione della pressione lungo il sistema di aspirazione.  $\Delta p_a$  = perdite di carico nel filtro dell'aria;  $\Delta p_{vt}$  = perdite di carico nel venturi;  $\Delta p_f$  = eventuali perdite di carico dovute alla valvola a farfalla parzialmente chiusa;  $\Delta p_{va}$  = perdite di carico attraverso la valvola di aspirazione;  $\Delta p_t$  = perdite di carico compressive con farfalla completamente aperta;  $\Delta p'_t$  = perdite di carico compressive con farfalla parzialmente chiusa. b) Ciclo di pompaggio. La linea tratteggiata si riferisce al caso in cui la valvola a farfalla è parzialmente chiusa. c) Diagramma dell'alzata della valvola di aspirazione  $h_{as}$  e di scarico  $h_{sc}$  in funzione dell'angolo di manovella.



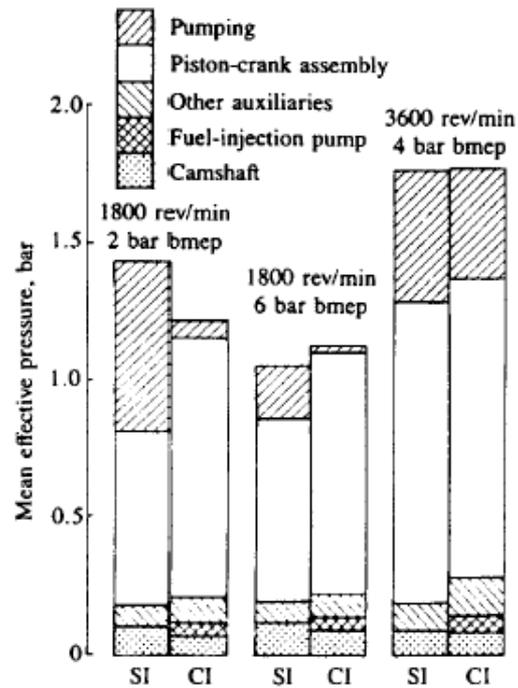


Figura 2.4: Perdite meccaniche e di pompaggio.

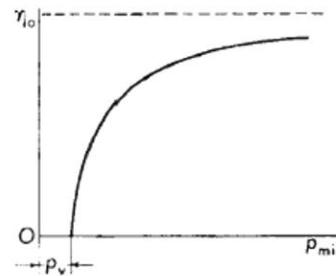


Figura 2.8: Rendimento organico in funzione del carico.

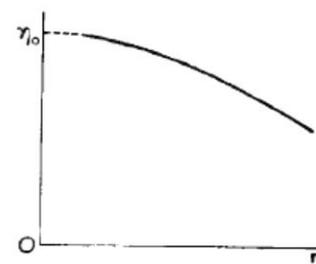


Figura 2.9: Rendimento organico in funzione della velocità di rotazione.



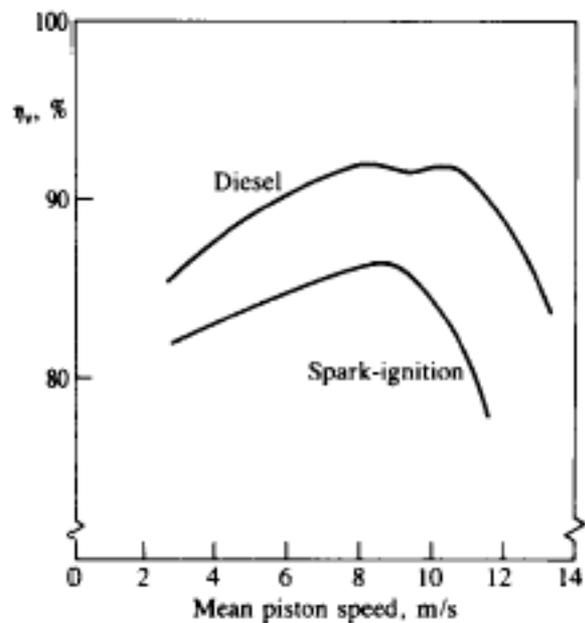


Figura 5.14: Coefficiente di riempimento in funzione della velocità media del pistone: confronto tra motore AC (*Spark-ignition*) e motore AS (*Diesel*).

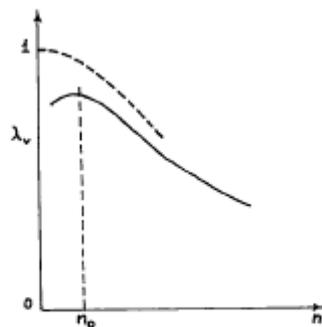


Figura 5.11: Coefficiente di riempimento in funzione della velocità di rotazione.



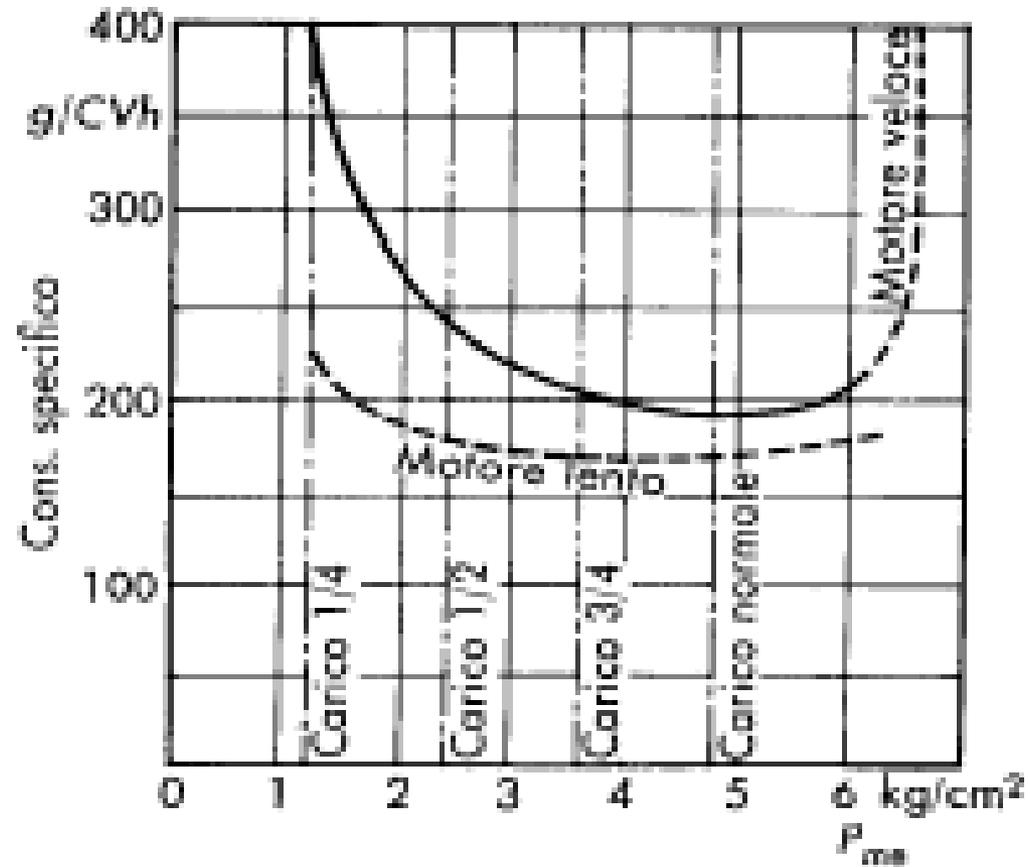
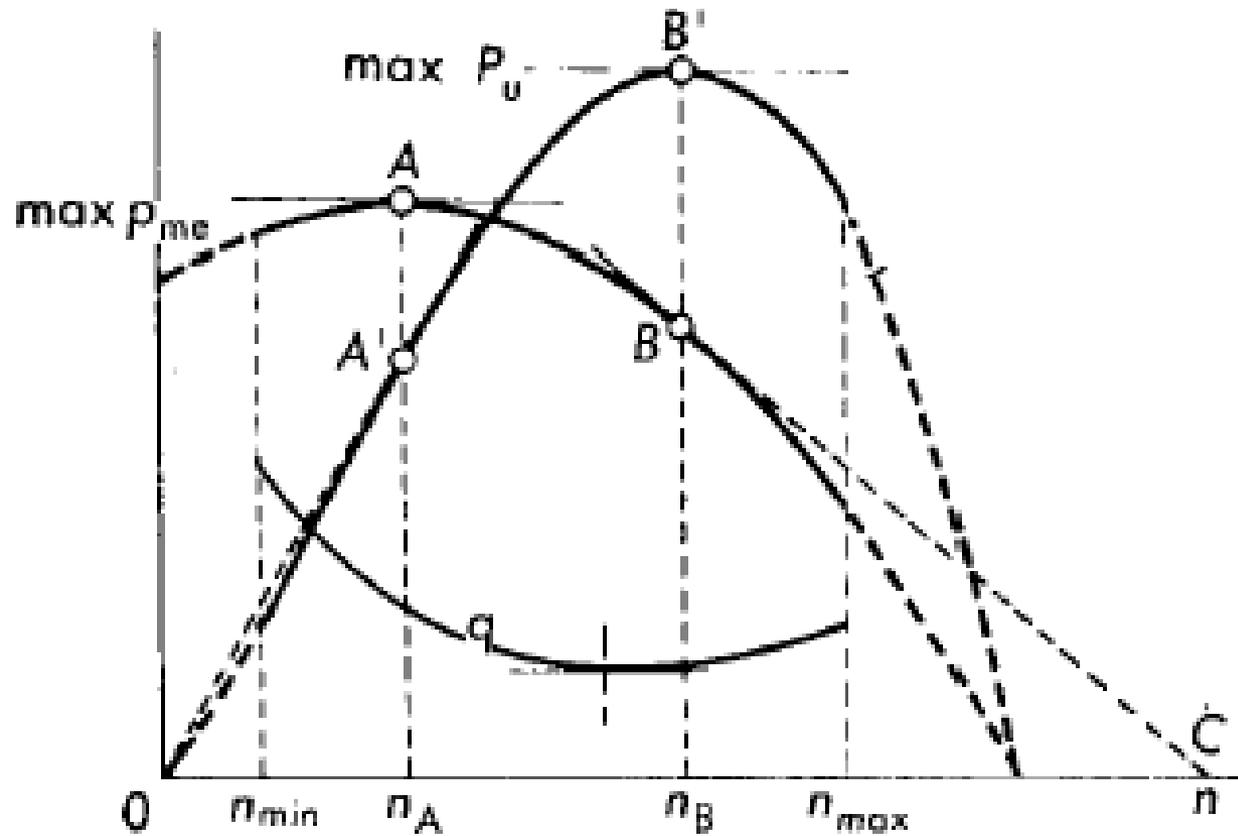


Figura 5.19: Influenza della variazione di carico in un motore AS.

# Curve di prestazione



# Curve di prestazione di un MCI



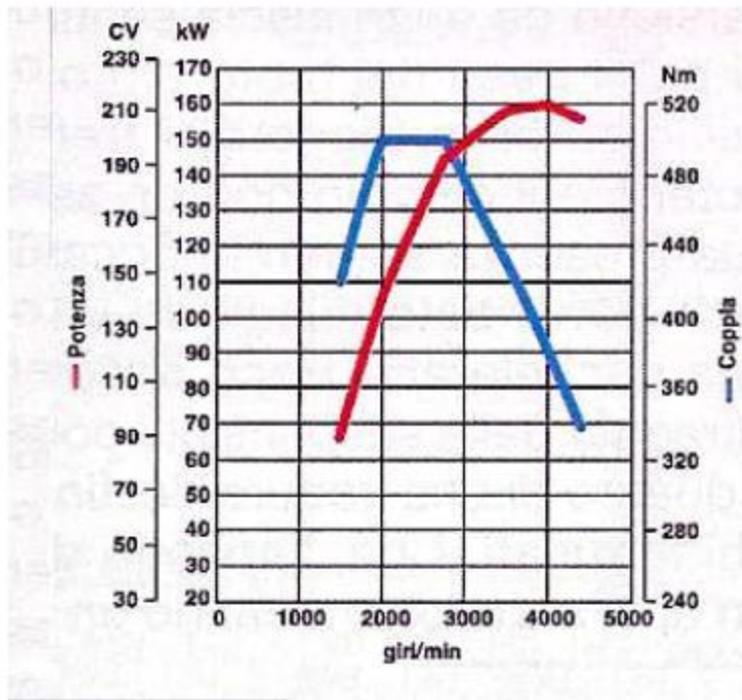


Figura 6.24: Curve caratteristiche di un motore AS (BMW).

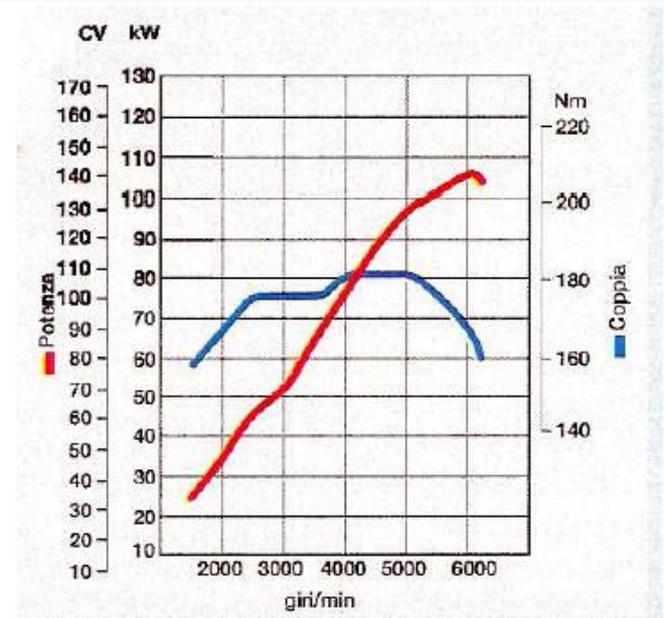


Figura 6.23: Curve caratteristiche di un motore AC (Mazda).



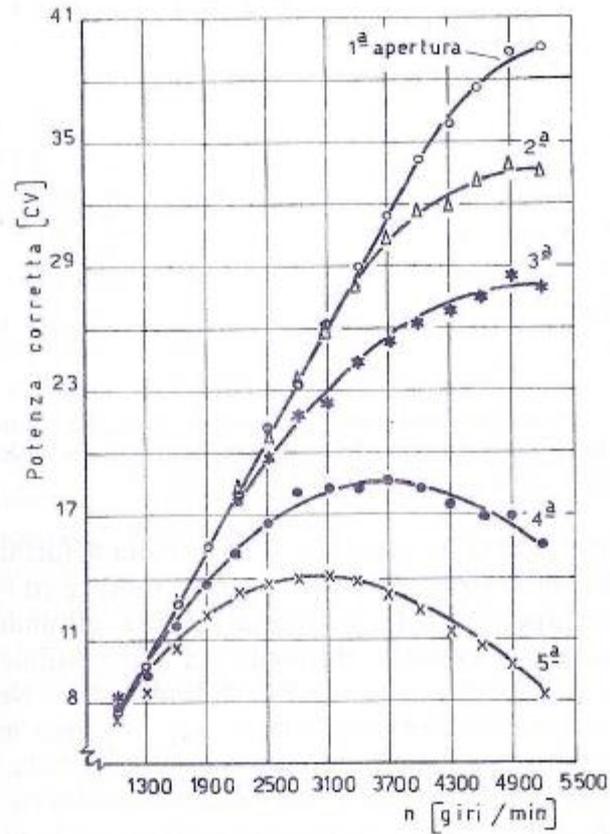


Figura 6.25: Curve di potenza al variare della posizione della valvola a farfalla.



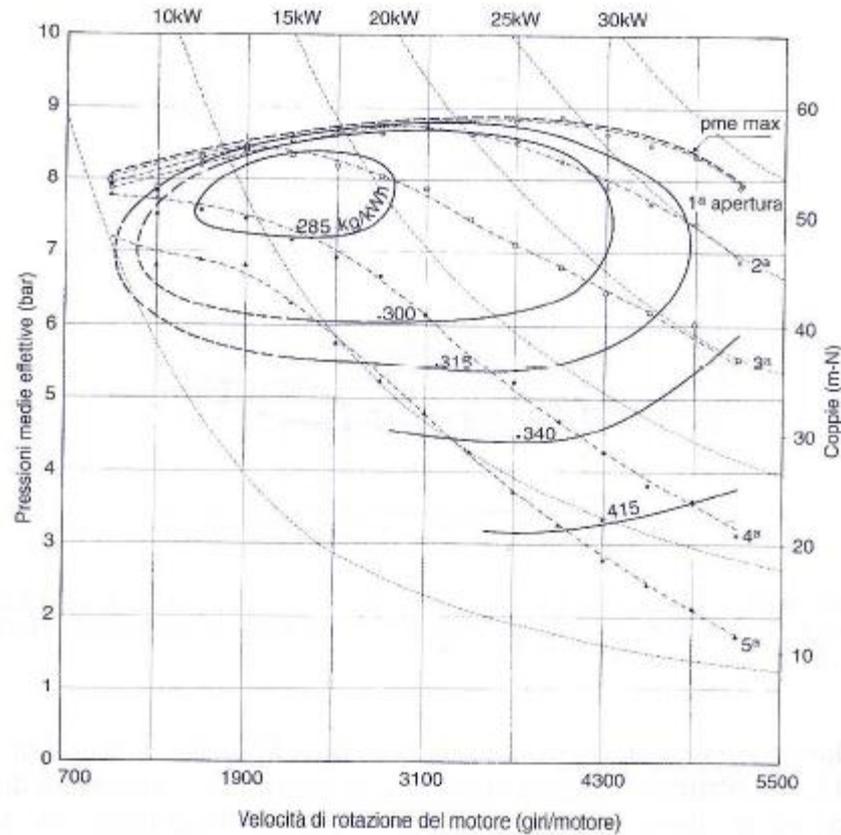


Figura 6.26: Piano quotato dei consumi per un motore AC.



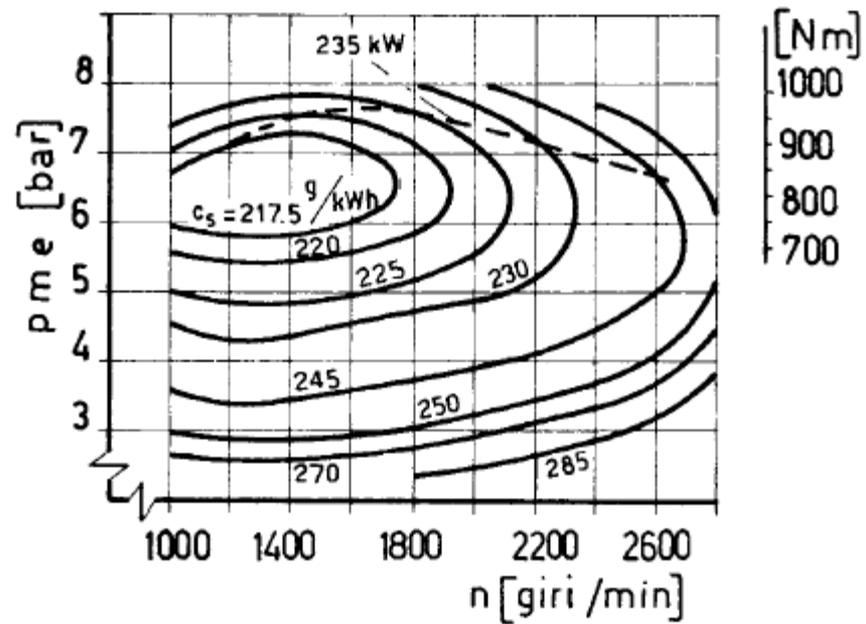


Figura 6.27: Piano quotato dei consumi per un motore AS.

