

L'evoluzione del motore per trattore agricola

Attraverso l'esposizione del progresso della motorizzazione agricola, dall'impiego del motore a vapore a quello delle migliori realizzazioni della produzione motoristica attuale, vengono poste in evidenza le caratteristiche tecniche dei diversi tipi di motore adottati per le trattorie agricole, ponendole in relazione sia alle esigenze a cui devono rispondere per le particolari condizioni di impiego, sia alle cause contingenti che ne hanno consigliato l'uso, e viene impostato come conclusione il problema dell'estensione del motore Diesel alla categoria delle trattorie di minore potenza, secondo gli attuali orientamenti verso motori di più elevato rendimento termodinamico.

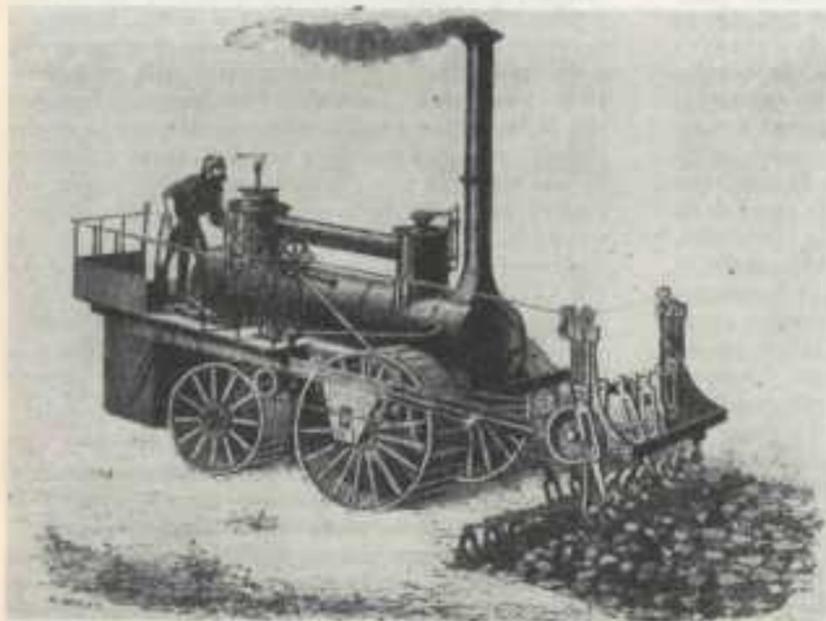
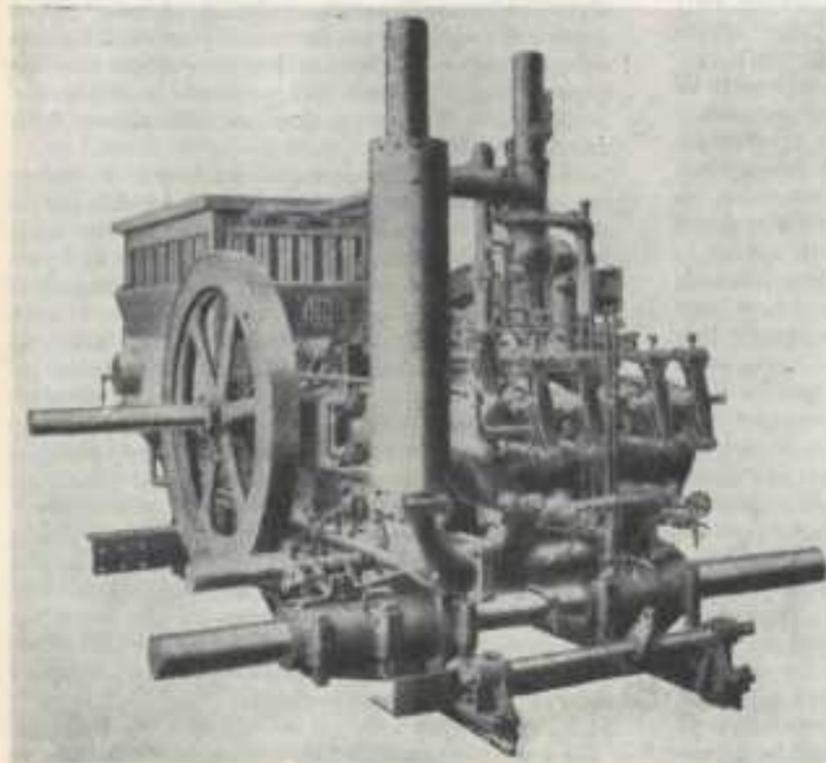


Fig. 1. • Prima macchina semovente usata per la lavorazione del terreno (1845).

Fig. 2. - Motore di una trattoria americana International Titan (anteguerra 1914-1918).



Cenno storico.

È difficile ricostruire con cronologica esattezza una vera e propria storia del motore per trattoria agricola poiché, anche nei riguardi della documentazione, la trattoria agricola ha soggiaciuto per il passato a quel complesso di inferiorità rispetto agli altri autoveicoli che oggi soltanto, grazie all'intensificata sua diffusione e all'importanza del ruolo riservatole quale presupposto della meccanizzazione agricola, tende a scomparire.

È rimasta sinora inconfutata, e pertanto dobbiamo ritenere corrispondente al vero, l'affermazione francese secondo cui la prima macchina semovente per la lavorazione del terreno venne realizzata in Francia nel 1845, con motore a vapore, da un certo Pierre Barrot che, strano a dirsi, era dottore in medicina (questa macchina aveva la curiosa caratteristica di essere munita di attrezzi operanti applicati anteriormente e costituiti da zappe alternative azionate dal motore mediante biellismi, per cui percorreva la moderna tecnica degli attrezzi portati).

A vapore furono pure le locomobili munite di argano, successivamente ideate in Inghilterra per l'attuazione del traino funicolare dell'aratro ed è con locomobili a vapore munite di ruote motrici opportunamente palettate che nella seconda metà del secolo scorso si effettuarono i primi tentativi di traino meccanico diretto dall'aratro.

Capostipite dei motori per trazione agricola può ben essere considerato quindi il motore a vapore anche se per ragioni che oggi appaiono quanto mai evidenti, esso non poteva prestarsi ad un grande sviluppo del traino meccanico in agricoltura (basti pensare alle difficoltà inerenti al peso ed all'ingombro, ai rifornimenti di acqua e di combustibile, nonché alla laboriosità di condotta).

Bisogna giungere al 1892 per trovare (negli Stati Uniti) una trattoria con motore a combustione interna, e precisamente con motore ad accensione per scintilla e carburazione esterna, avente un unico grande cilindro orizzontale (e naturalmente un bassissimo numero di giri), formante col telaio e la trasmissione un complesso pesante, di notevole ingombro e non certo agevole a manovrarsi.

A questa impostazione si ispirarono, pur progredendo tecnicamente, i motori delle trattorie sino alla vigilia della prima guerra mondiale quando, sempre negli Stati Uniti — ove ormai le fabbriche di locomobili a vapore si erano trasformate in fabbriche di trattorie con motore a petrolio o benzina (2000 di

queste erano già in uso negli Stati Uniti nel 1910) — cominciarono a comparire trattorie relativamente leggere e più maneggevoli, sostanzialmente migliorate rispetto alle precedenti nella costruzione e nell'aspetto, aventi motore a due o quattro cilindri, sempre a quattro tempi, con cilindrata unitaria notevolmente ridotta e numero di giri sensibilmente aumentato. Citiamo fra queste la trattoria International Titan 10/20, ben nota in Italia ove qualche esemplare trovasi tuttora in esercizio per la trebbiatura, avente un motore a petrolio a due cilindri orizzontali, diametro e corsa 165x203 mm, cilindrata totale 8680 cm³, il quale sviluppava una potenza massima di 20 Cv a 500 giri, cui corrispondeva una potenza volumetrica di 2,3 Cv per litro.

Si inseriscono in quel periodo le prime realizzazioni italiane: al Concorso di Motocultura di Torino del 1911 comparivano due modelli di mototratte Pavesi-Tolotti aventi entrambi motore a scoppio funzionante a petrolio e a benzina, rispettivamente a 2 e a 4 cilindri verticali, diametro e corsa 130 x 180 mm, cilindrata 4780 cm³ e 9560 cm³, che denunciavano una potenza massima di 20 e 50 Cv a 700 giri.

Ma una pietra miliare sulla via del progresso della motorizzazione agricola è rappresentata dalla trattoria Fordson apparsa nell'anno 1917 con motore a petrolio, 4 cilindri verticali in linea, diametro e corsa 102 x 127 mm, cilindrata totale 4160 cm³, potenza 17 Cv a 1000 giri (potenza volumetrica corrispondente 4,1 Cv per litro).

In ogni parte del mondo si è vista l'agile marcia della popolare Fordson sostituirsi brillantemente al lento e faticoso incedere del bove sotto il traino dell'aratro e ben si può dire che il motore della Fordson ha costituito, imperante il motore a petrolio per le ragioni che enunceremo in seguito, il punto di riferimento per molti costruttori quale prima e più schietta espressione di un indirizzo specializzato della motoristica agricola caratterizzato da semplicità, rusticità, facilità di manutenzione, largo margine di sicurezza, utilizzazione di un combustibile di basso costo.

Su questo indirizzo troviamo in Italia, nel 1919, la prima trattoria agricola Fiat mod. 702 con motore a petrolio, 4 cilindri verticali in linea, diametro e corsa 105 x 180 mm, cilindrata totale 6234 cm³, potenza 35 Cv a 1200 giri (potenza volumetrica corrispondente 5,6 Cv per litro).

Ma le tare congenite della carburazione a petrolio, nonché il desiderio di semplificare ulteriormente il motore e in particolare di liberare l'utente dalle preoccupazioni relative all'apparecchiatura elettrica d'accensione (in cui il magnete ha rappresentato per molto tempo un mistero accessibile solo a pochi iniziati) portavano alla ricerca di altre soluzioni.

Nel 1921 in Germania la Casa Lanz realizzava la prima trattoria con motore a testa calda monocilindrico orizzontale a due tempi, diametro e corsa 190x220 mm, cilindrata 6250 cm³, potenza 12 Cv a 420 giri (potenza volumetrica corrispondente 1,9 Cv per litro).

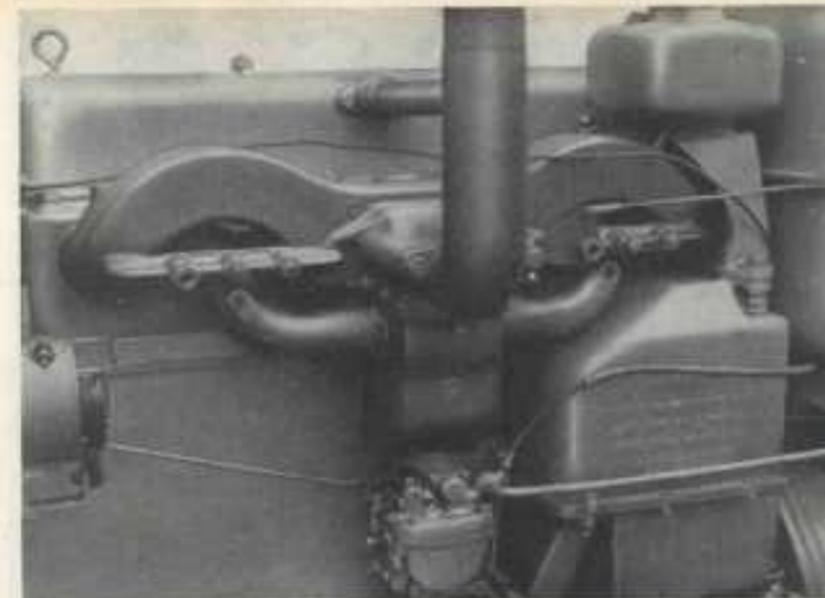


Fig. 3. - Vista lato carburatore vaporizzatore del motore a petrolio della trattoria Case LA.

Ma nel motore a testa calda — che in Europa, per ragioni varie, trovava condizioni di impiego in agricoltura particolarmente favorevoli — c'era già in embrione il motore Diesel, e questo faceva la sua apparizione nella trazione agricola nel 1931 allorché la Casa americana Caterpillar lanciò sul mercato la prima trattoria cingolata con motore Diesel, ponendo così una nuova pietra miliare nel processo evolutivo della motorizzazione agricola.

Si trattava di una trattoria di grande potenza per la quale venne realizzato un motore ad iniezione meccanica a precamera di combustione, a quattro cilindri verticali in linea, diametro e corsa 155,6 x 235 mm, cilindrata totale poco meno di 18 litri, la cui potenza massima si aggirava sui 90 Cv a 700 giri (potenza volumetrica corrispondente circa 5 Cv per litro).

Oggi il motore Diesel veloce è pienamente acquisito alla motorizzazione agricola e ben si può asserire che ne sta improntando l'attuale fase di sviluppo.

Motore a vapore, motore a carburatore, motore a testa calda, motore Diesel veloce: ecco, in sintesi, la evoluzione del motore della trattoria agricola che cercheremo ora di tratteggiare più diffusamente nei suoi aspetti più caratteristici.

Il motore a petrolio.

Mancata alla trattoria a vapore la possibilità di affermarsi, il primo periodo di sviluppo della motorizzazione agricola appare dominato dal motore a petrolio — motore a carburatore con vaporizzatore — rimasto sino alla vigilia della seconda guerra mondiale il motore agricolo per elezione e ancora oggi popolarissimo nelle nostre campagne.

In America, ove la meccanizzazione dell'agricoltura ebbe il suo primo rapido incremento, l'indirizzo verso il petrolio carburante agricolo è stato determinato essenzialmente dal fatto che stocks crescenti di petrolio, ricavato dal-

la distillazione frazionata del grezzo, venivano a formarsi man mano che aumentava la richiesta di benzina per gli autoveicoli stradali e per l'aviazione, mentre per contro si riduceva il consumo di petrolio a scopo di illuminazione.

Inoltre l'elevato punto di infiammabilità del petrolio poteva essere vantato come una sicurezza contro i pericoli di incendio nelle fattorie.

Il motore a combustione interna non era d'altra parte ancora a tal segno progredito da far apparire così nette come oggi appaiono le deficienze del motore a petrolio agli effetti funzionali e del rendimento. Inoltre il basso prezzo di vendita del petrolio, in quanto sottoprodotto, traducendosi in una riduzione del costo di esercizio, veniva in definitiva a favorire la diffusione della trattoria agricola.

L'indirizzo dell'industria trattoristica americana ebbe per conseguenza, attraverso alle importazioni, un analogo indirizzo dell'industria trattoristica europea.

Ma con l'evolversi della tecnica motoristica dovevano risultare sempre più evidenti e meno tollerabili i difetti insiti nella carburazione a petrolio, difetti che si possono così riassumere:

1) Bassa potenza volumetrica.

Della carburazione a petrolio è elemento caratteristico ed essenziale (data la scarsa volatilità di questo combustibile) il cosiddetto vaporizzatore a preriscaldamento di miscela ottenuto mediante utilizzazione del calore dei gas di scarico.

Il preriscaldamento produce una dilatazione della miscela stessa, cui corrisponde una riduzione del potenziale termico della carica aspirata nel cilindro.

Ne consegue una riduzione della pressione media del ciclo, e quindi della potenza sviluppata per litro di cilindrata, per un determinato regime di rotazione.

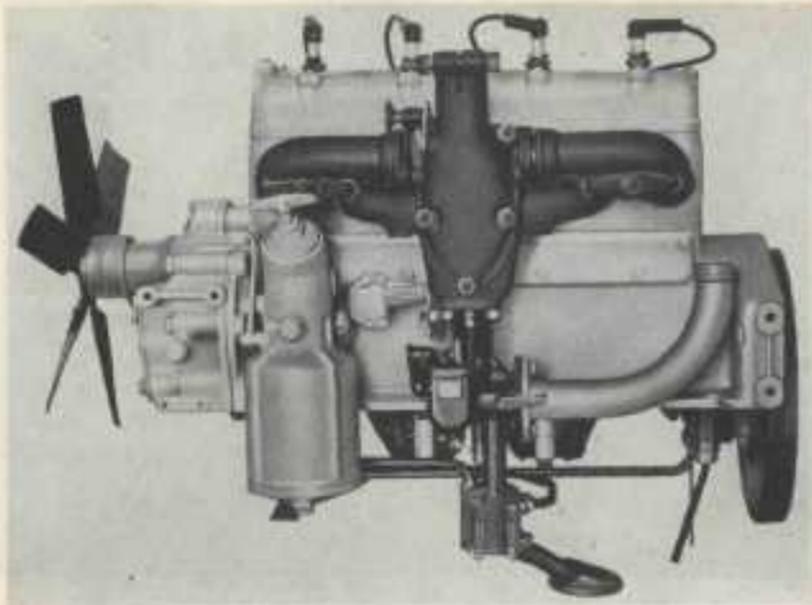


Fig. 4. - Vista lato carburatore vaporizzatore del motore a petrolio della trattrice Fiat 25R.

2) *Elevato consumo specifico di combustibile.*

Il petrolio ha un indice di indetonabilità (numero di ottano) molto basso, e la sua temperatura di autoaccensione è inferiore a quella della benzina.

Per contro la temperatura della miscela all'atto della introduzione nel cilindro, in conseguenza del preriscaldamento, risulta sensibilmente più elevata che non nel caso della carburazione a benzina.

Ne deriva la necessità di tener basso il rapporto di compressione per evitare fenomeni di detonazione e di autoaccensione. Si riduce quindi il rendimento termico del motore, e conseguentemente aumenta il consumo specifico.

3) *Dosatura difficile del preriscaldamento della miscela e possibilità di trafilamento di combustibile nella coppa.*

Il petrolio ha un intervallo di distillazione piuttosto esteso e le frazioni che lo compongono hanno caratteristiche fisico-chimiche diverse, dipendentemente dalla sua qualità e provenienza. L'entità del preriscaldamento dovrebbe essere più o meno forte a seconda che in esso prevalgano le frazioni più o meno volatili.

D'altra parte il regime termico del motore può variare notevolmente sia in dipendenza della temperatura esterna, che col variare del regime di rotazione e del carico di utilizzazione. Una dosatura del preriscaldamento che risponda ottimamente allorché il motore funziona continuamente a pieno carico potrà risultare insufficiente quando il motore, funzionando a carico ridotto, o con frequenti intervalli di funzionamento a vuoto, tenda a raffreddarsi.

Se il preriscaldamento è eccessivo, si arriva facilmente alla detonazione e alle autoaccensioni (con conseguente surriscaldamento del motore), fenomeni

ugualmente dannosi agli effetti del rendimento e del tormento termico e meccanico del motore.

Se il preriscaldamento è insufficiente, hanno luogo condensazioni nei condotti di aspirazione e nel cilindro, e ne conseguono passaggi di combustibile nella coppa del motore e la pericolosa diluizione dell'olio ivi contenuto.

Viene generalmente prevista ormai dalle Case costruttrici la possibilità di variare il grado di preriscaldamento mediante farfalla deviatrice dei gas di scarico, cui viene abbinata la possibilità di regolare il regime termico del motore con persiana o tendina paralizzatrice del radiatore.

Ma queste regolazioni per essere efficaci richiedono una sensibilità ed un discernimento da parte del conduttore su cui spesso non è dato di contare, per cui una certa diluizione dell'olio lubrificante è praticamente impossibile ad evitarsi.

4) *Formazione di depositi carboniosi.*

Nelle tuberie di aspirazione, sulle valvole e rispettive guide tendono a formarsi depositi carboniosi a seguito di parziale fenomeno di piroschissione, che si manifesta sulle goccioline di petrolio trascinate dalla corrente di miscela, sotto l'azione di forte preriscaldamento.

Nelle camere di combustione, e in particolare sulla testa degli stantuffi, sulle valvole e nei condotti di scarico tendono a formarsi incrostazioni carboniose per difetto di combustione allorché a fine corsa di compressione, per insufficienza di preriscaldamento, permane del combustibile in fase liquida.

Queste incrostazioni finiscono per produrre una riduzione del volume della camera di scoppio, con conseguente tendenza al battito di detonazione, mentre punte incandescenti o quasi possono provocare accensioni premature.

5) *Difficoltà di regolazione.*

Questo inconveniente, particolarmente sentito a motore freddo è strettamente connesso col difetto di volatilità e di omogeneità del petrolio.

Le accelerazioni sono lente, specialmente dopo un periodo di funzionamento al minimo, poiché mentre le frazioni leggere del combustibile volatilizzano rapidamente, le frazioni pesanti tendono a condensarsi nel tubo di aspirazione, la miscela si impoverisce, e ne conseguono esitazioni, mancate accensioni, oscillazioni pendolari del regolatore.

In complesso il motore a petrolio difetta di adattabilità alle rapide variazioni di regime di rotazione ed è meno idoneo del motore a benzina al funzionamento in un largo intervallo di numero di giri.

6) *Necessità di effettuare l'avviamento a benzina.*

Date le esigenze di preriscaldamento della miscela, l'avviamento a petrolio risulta possibile solo dopo brevi arresti del motore allorché questo è ancora caldo.

Ne deriva la necessità di effettuare, a freddo, l'avviamento a benzina, necessità che, a parte l'inconveniente di dover disporre di due combustibili, neutralizza parzialmente il vantaggio della alimentazione a petrolio per ciò che si riferisce a pericoli di incendio.

Di fronte a questa serie di gravi difetti, la sopravvivenza del motore a petrolio sulla trattrice agricola non sarebbe più giustificata dal punto di vista puramente tecnico, ma evidentemente, poiché non appaiono sostenibili neppure le ragioni di sicurezza contro gli incendi, oggi che l'uso della benzina è diventato per altro verso familiare nelle aziende agricole, essa può solo essere imposta da particolari situazioni politico-economiche (forti disponibilità di petrolio altrimenti invendibili, agevolazioni fiscali).

In America, appena lo sviluppo dei processi di cracking, di idrogenazione e di sintesi hanno consentito di aumentare il ricavo di benzina senza per contro aumentare il ricavo di petrolio, si è subito manifestata la tendenza a sostituire l'alimentazione a petrolio dei motori per trattrici con l'alimentazione a benzina. I motori di molte trattrici leggere americane marcano ora addirittura con benzine etilate e quindi con elevati rapporti di compressione, coi quali la potenza volumetrica risulta aumentata del 30% e il consumo specifico ridotto in media del 25% rispetto al motore a petrolio.

In Francia, ove i combustibili per uso agricolo non godono di alcuna agevolazione fiscale e le trattrici agricole sono sottoposte ad una rigida omologazione subordinata ad un minimo di rendimento, il motore a petrolio è scomparso e il motore a scoppio permane sulla trattrice solo come motore a benzina.

Nel nostro Paese ancora non si è riusciti a persuadere gli organi competenti della opportunità di rivedere la politica fiscale dei carburanti agricoli nel senso di estendere l'agevolazione in atto per il petrolio e per il gasolio anche alla benzina, il che costringe i costruttori,

loro malgrado, a produrre ancora trattrici con motore a petrolio: s'intende, per le minori potenze, giacché per le potenze medie e grandi il motore a carburazione è, ormai completamente sostituito dal motore a iniezione, sia esso a testa calda o Diesel.

E non è a dire che i costruttori abbiano trascurato il problema del miglioramento tecnico del motore a petrolio: esistono oggi motori a petrolio per trattrici con regime di rotazione spinto sino a 2000 giri al primo, e si realizzano potenze volumetriche di 10 Cv per litro di cilindrata. Questo può far sorridere qualcuno abituato a considerare i risultati ottenuti con i motori a carburazione in altro campo, ma qui si tratta realmente di grande progresso.

I perfezionamenti introdotti nel complesso carburatore-vaporizzatore e nella forma della camera di combustione hanno consentito di passare dal rapporto di compressione 3,8 della prima Fordson a rapporti di compressione intorno a 5 e di aumentare sensibilmente la pressione media effettiva.

I consumi specifici si sono ridotti da 350 gr/Cvh di venti anni fa a 260-280 gr/Cvh; gli accorgimenti adottati per controllare il regime termico del motore hanno considerevolmente ridotto le proporzioni dei passaggi di combustibile nella coppa, dei depositi carboniosi, dei surriscaldamenti, dei battiti di detonazione, ecc.

Questo, senza menzionare tutte le migliori che fanno parte del comune bagaglio di progresso dei motori a scoppio in genere.

In Italia, purtroppo il problema del miglioramento del motore a petrolio ha trovato grave ostacolo nelle scarse qualità motoristiche del petrolio in distribuzione, e questo in relazione alle fonti di rifornimento del grezzo.

Sino al 1950 erano in distribuzione petroli con numero di ottano variabile da 0 a 15! Solo dopo una energica azione dei costruttori si è pervenuti a normalizzare in sede CUNA le caratteristiche del petrolio agricolo, fissando in 32 il limite inferiore per il numero di ottano.

Si è ancora lontano dai 50 ottani del Tractor Vaporising Oil in distribuzione nell'Impero britannico e dei vari Kerosenes e Distillates in uso in America a 38-40 ottani. I costruttori italiani sono pertanto tuttora costretti ad attenersi a rapporti di compressione di 4,2-4,5.

Ma tutto questo non fa che ribadire quanto la situazione del motore a petrolio sia artificiosa e suscettibile pertanto di radicale revisione. Per quanto possa dirsi onorevole lo stato di servizio del motore a petrolio nel campo della trazione agricola, tutto ci fa ritenere che la sua fortuna stia volgendo fatalmente al tramonto.

Il motore a testa calda.

Il motore a testa calda (o semidiesel) per trattrice agricola si è sempre mantenuto fedele alla impostazione iniziale datagli dalla Casa Lanz, la cui nutrita esperienza fa tuttora testo in materia.

Anche le più recenti realizzazioni ricalcano la tradizionale soluzione ad un cilindro orizzontale, a due tempi con compressione dell'aria di lavaggio nel

carter, soluzione che, dando la possibilità, in relazione alla disposizione trasversale dell'albero motore, di calettare su questo direttamente la puleggia motrice e di trasmettere la potenza alle ruote solo con coppie cilindriche, rende il complesso motore-trasmissione estremamente semplice.

L'assenza degli organi della distribuzione, del gruppo carburatore-vaporizzatore, dell'apparecchiatura elettrica di accensione e le limitate esigenze cui deve soddisfare l'apparato di iniezione, riducono il motore a testa calda alla più semplice espressione di un motore a combustione interna.

Era logico pertanto che esso incontrasse un certo favore nell'ambiente agricolo ove vengono apprezzati, più che in ogni altro ambiente, e specialmente nella fase di avvio alla meccanizzazione, i requisiti di semplicità, rusticità e facilità di condotta e manutenzione.

Ignorato in America, ove lo straordinario sviluppo motoristico ha reso la condotta e la manutenzione del motore a carburatore alla portata di tutti, e dove non potevano evidentemente essere accettati i difetti derivanti dalla sua costituzione rudimentale (lentezza di ripresa, regime termico difficilmente controllabile, forti vibrazioni, laboriosità dell'avviamento con lampada di riscaldamento), esso ha trovato invece buona diffusione in Europa ove viene tuttora costruito in Germania (Lanz), in Italia (Landini, Orsi, Bubba), in Francia (Société Française de Vierzon), in Ungheria (Hoffer Schrantz).

In Italia, la trattrice con motore a testa calda ha incontrato particolare favore per ragioni che possono così riassumersi:

— Il motore a testa calda si adatta bene all'accoppiamento con la trebbiatrice grazie ai due grossi volani sistemati alle estremità dell'albero motore, volani che, oltre ad assorbire le irregolarità cicliche del motore, assorbono pure in parte le punte di coppia resistente dovute alle imboccate dei covoni, contribuendo così a contenere lo scarto di giri del battitore.

— Il notevole frazionamento culturale caratterizzante gran parte dell'agricoltura europea e particolarmente di quella italiana è propizio alla trattrice con motore a testa calda in quanto, nella lavorazione di appezzamenti di ampiezza limitata, vengono ad alternarsi frequentemente periodi di funzionamento a pieno carico a periodi di funzionamento a carico ridotto, e il regime termico del motore può quindi mantenersi entro quel limite oltre il quale il rendimento termodinamico si abbasserebbe decisamente e il consumo di combustibile diventerebbe proibitivo.

— Il motore a testa calda ha la possibilità di essere alimentato con combustibili meno pregiati del petrolio e del gasolio, quindi più economici (tipo Fuel Oil).

— La elementare semplicità del motore a testa calda fa sì che esso si renda più facilmente assimilabile in ambienti privi di qualsiasi nozione motoristica o in cui manchi ogni assistenza tecnica.

Pur rimanendo invariato sostanzialmente come impostazione e struttura

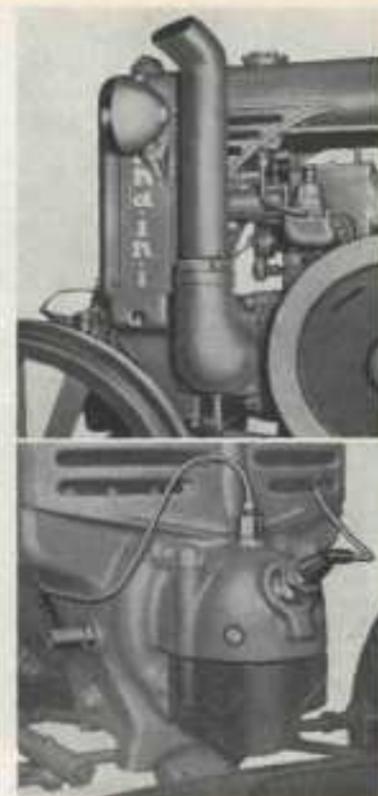


Fig. 5. - a) b) e c) Viste e sezione del motore a testa calda della trattrice Landini L 25.

generale, il motore a testa calda ha formato oggetto, da parte dei costruttori di trattrici che l'hanno adottato, di successivi miglioramenti a cominciare dalla sostituzione del raffreddamento ad evaporazione con quello a circolazione d'acqua come normalmente adottato per gli altri tipi di motore.

I più notevoli progressi riguardano il disegno della testa, della camera di combustione (che è venuta assumendo la forma di una camera a turbolenza separata dal cilindro), della calotta vaporizzatrice, che è stata isolata termicamente e proporzionata in modo da aumentare la superficie evaporante.

Controllata così maggiormente la combustione, si è riusciti ad eliminare l'immissione di acqua polverizzata cui si

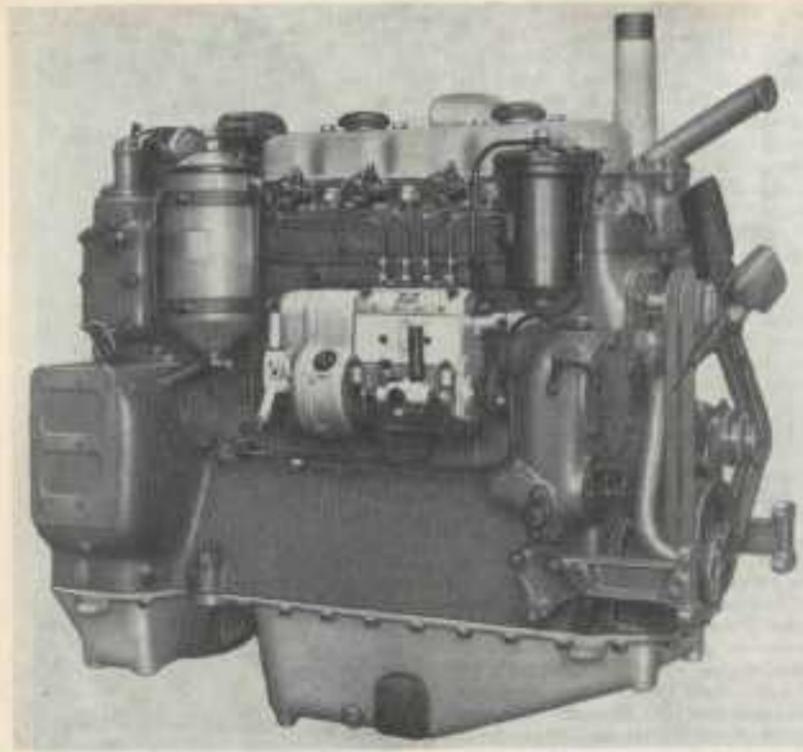


Fig. 6 a. - Vista lato destro del motore Diesel della trattoria Fiat 55/55L.

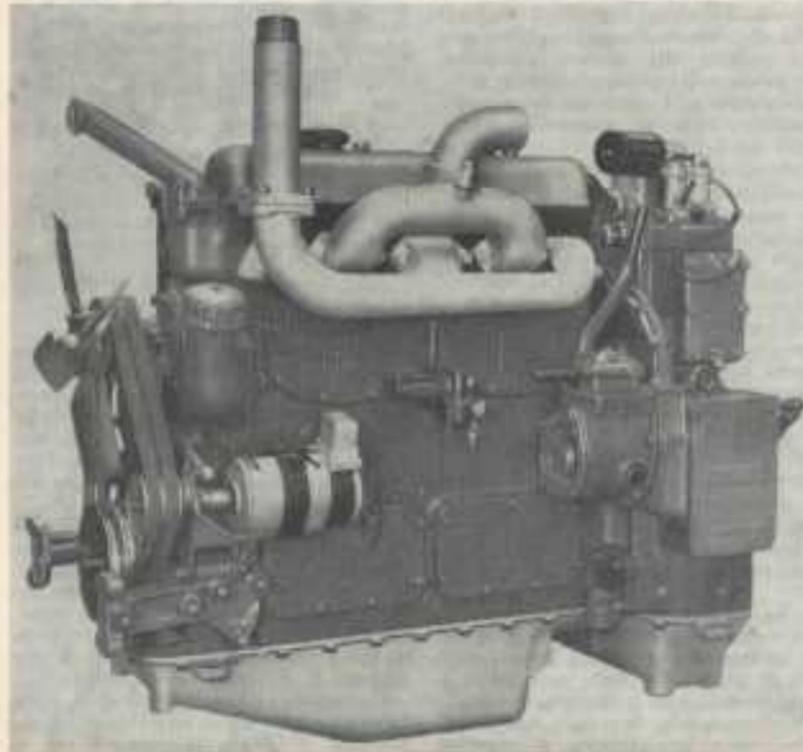
doveva prima ricorrere per evitare battiti eccessivi.

Per rendere il motore più adatto al funzionamento a carico variabile, si è cercato di migliorare il lavaggio, prima

ricavando un deflettore sulla testa dello stantuffo e poi inclinando e sagomando opportunamente i condotti dell'aria.

Per rendere il ciclo sempre più partecipe al ciclo Otto anziché a quello Sa-

Fig. 6 b. - Vista lato sinistro del motore Diesel della trattoria Fiat 55/55L.



bathé, e quindi aumentare il rendimento termodinamico, si è aumentato notevolmente l'anticipo di iniezione (il rapporto di compressione si mantiene nei limiti 4,8-5,4).

La pressione media effettiva è sensibilmente aumentata, pur rimanendo sempre molto bassa. Riferendoci alla costruzione Lanz troviamo che dai 2,06 Kg/cm² del primo modello realizzato nel 1921 si è pervenuti coi più recenti modelli a realizzare pressioni medie effettive molto vicine a 3 Kg/cm².

Il numero di giri è pure considerevolmente aumentato e oggi ci si avvicina ai 1000 giri al minuto, naturalmente sulle unità di minor cilindrata, ottenendosi potenze volumetriche di 6-7 Cv, per litro.

L'industria italiana ha dato il suo contributo al progresso della trattoria con motore a testa calda, e tra le sue più recenti realizzazioni merita citazione la trattoria Landini L 25 (avente motore monocilindrico orizzontale, diametro e corsa 170x190 mm, cilindrata 4312 cm³, sviluppante 25 Cv a 900 giri), in cui è stato introdotto un dispositivo parzializzatore dell'aria aspirata, mediante il quale si viene a migliorare il rendimento nel funzionamento a carichi ridotti, e adottato un dispositivo per l'avviamento a benzina con accensione elettrica, mediante candela alimentata da una batteria attraverso a un vibratore e ad una bobina.

Seppure attenuati, attraverso a tutte queste migliorie, rimangono pur sempre evidenti i difetti del motore a testa calda:

— Elevato consumo specifico in conseguenza del basso rendimento termodinamico (vengono bensì denunciati consumi di 340 gr/€vh, ma questi possono valere solo per un determinato carico cui corrisponde un determinato equilibrio termico del motore; appena ci si sposta da questo equilibrio, il consumo sale notevolmente).

— Scarsa adattabilità al funzionamento a carico variabile per la difficoltà di controllo del regime termico.

— Bassa potenza volumetrica e quindi peso per cavallo elevato.

— Forti vibrazioni che si ripercuotono sulla trattoria e infastidiscono il conduttore.

— Elevato consumo di olio lubrificante, poichè ne brucia molto nel cilindro.

— Difetto di ripresa a causa dell'entità delle masse a movimento alterno e rotatorio.

Ad ogni modo, sino a che la trattoria agricola manterrà l'attuale assetto costituzionale di macchina concepita essenzialmente per lavoro di traino (segni premonitori lasciano intravedere la possibilità di un rivoluzionamento) è da presumere che il motore a testa calda abbia ancora una sua parola da dire, specialmente nel campo delle minori potenze e particolarmente per la trattoria a ruote.

Nel processo di sviluppo della motorizzazione agricola esso è tuttavia destinato ad assumere un ruolo sempre più circoscritto (quello di avviare alla motorizzazione quegli ambienti agricoli che sono meno iniziati alle cognizioni meccaniche e meno organizzati dal punto di vista assistenziale), poichè la marcia

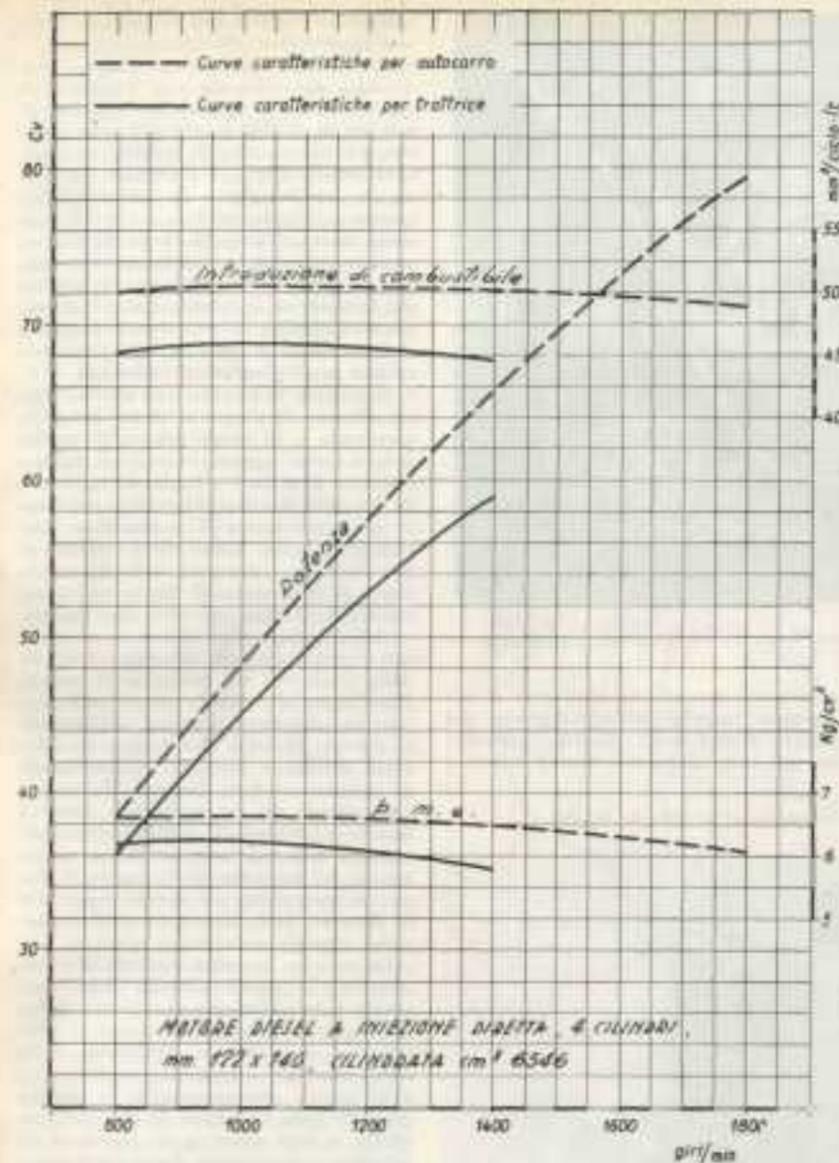


Fig. 7. - Confronto delle curve caratteristiche di un motore Diesel nell'applicazione su trattoria e su autocarro.

verso il progresso vuole che anche il contadino arrivi a familiarizzarsi con l'uso di motori di più complessa costituzione, pur di beneficiare di un maggior rendimento.

Il motore Diesel.

Il motore Diesel cominciò ad affermarsi nella trazione agricola sulla trattoria cingolata, le cui ampie possibilità di sfruttamento rendevano più evidente la convenienza economica derivante dalla riduzione del consumo di combustibile, malgrado che il motore Diesel comportasse un maggior costo iniziale e maggiori oneri di manutenzione rispetto al motore a scoppio.

Il binomio cingoli-Diesel ebbe notevole successo in America già prima della guerra, e nel 1940 la Caterpillar allineava ben 5 modelli di trattoria cingolata con motore Diesel, con una gamma di potenze che andava da un minimo di 33 Cv ad un massimo di 125 Cv. Il mo-

tore del modello di minore potenza era un 4 cilindri avente diametro di 95,2 mm, corsa 127 mm, cilindrata 3,64 litri: si era cioè già scesi con la cilindrata unitaria dai 4,5 litri iniziali a meno di 1 litro, mentre il regime di rotazione era salito da 700 a 1525 giri/min.

Altre grandi Case americane, la International e la Cletrac, seguivano di pari passo la via intrapresa dalla Caterpillar.

In Europa, malgrado la tecnica della iniezione meccanica avesse fatto, soprattutto per merito della Casa Bosch, tali progressi da consentire al motore Diesel veloce di imporsi nell'autotrazione stradale pesante, alla vigilia della guerra solo le Case tedesche Hanomag e Famo avevano realizzato trattorie agricole a cingoli medio-pesanti con motore Diesel.

Va rilevato che in Italia l'industria trattoristica non era prima della guerra sufficientemente attrezzata per affrontare, con la decisione e la larghezza di mezzi necessari, gli ardui problemi tecnico-

costruttivi che il binomio cingoli-Diesel comportava.

D'altra parte la scarsa educazione tecnica del personale addetto alla condotta delle trattorie agricole e la insufficiente organizzazione assistenziale nelle campagne giustificavano una certa perplessità ad introdurre nel campo agricolo macchine più complesse e più impegnative per la manutenzione.

Si può quindi solo registrare in Italia, negli anni precedenti la guerra, il tentativo fatto dalle Case Fiat e Motomeccanica di introdurre sulla trattoria agricola il motore ad iniezione e bassa compressione, con accensione per scintilla (tentativo che aveva un precedente in America con l'applicazione del motore Hesselmann sulle trattorie Allis Chalmers). Questo motore, che sostanzialmente era un motore a ciclo Otto a carburazione interna e di cui la più vantata caratteristica era quella di essere policarburante, si rivelava peraltro troppo delicato — in esso venivano a sommarsi e ad esaltarsi le difficoltà inerenti all'iniezione meccanica e alla accensione elettrica — e non poteva che rappre-

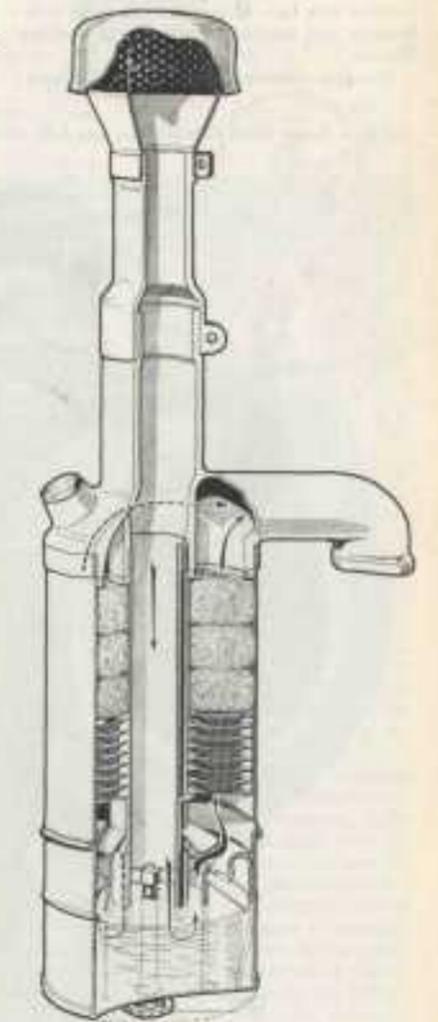


Fig. 8. - Sezione del filtro aria a bagno d'olio della trattoria Fiat 55/55L.

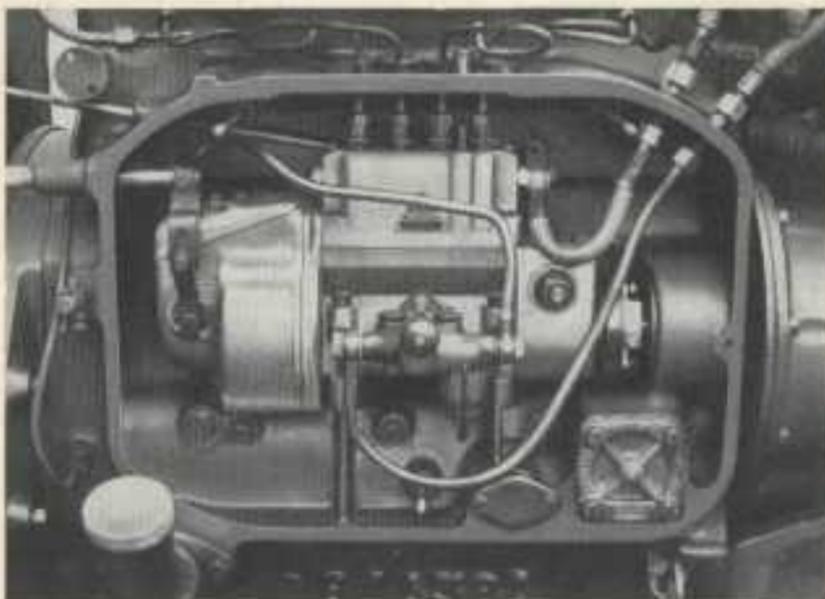


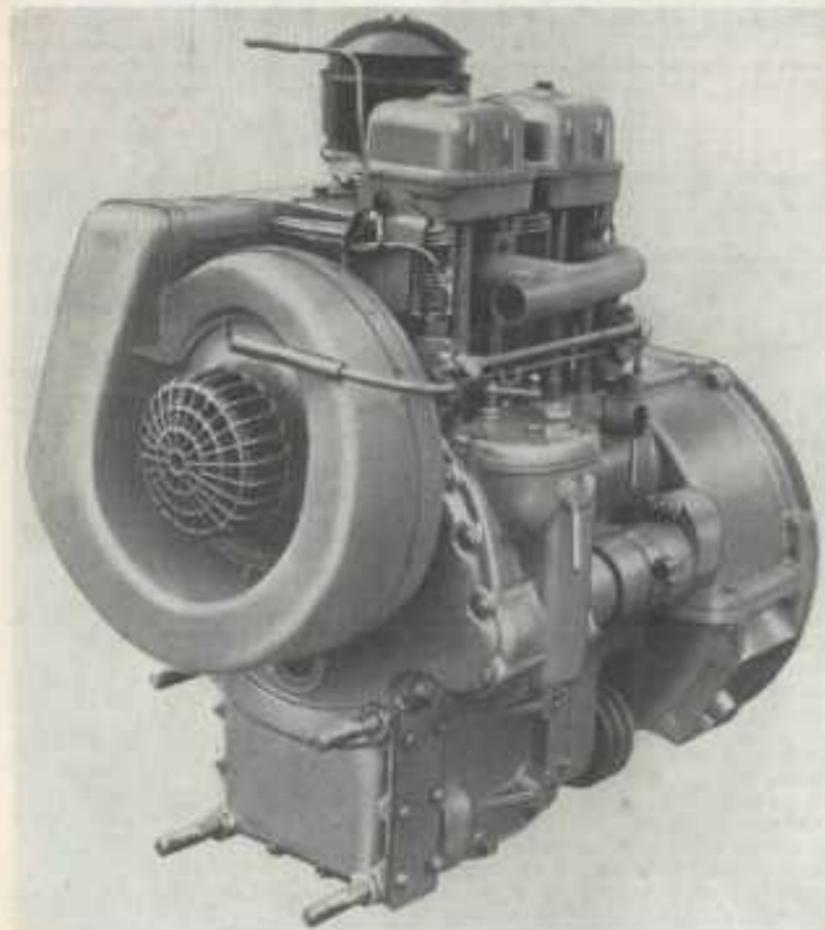
Fig. 9 - Vista lato pompa iniezione del motore della trattoria M.A.N. AS 325 H con vano per pompa aperto.

sentare una fase di transizione nella evoluzione dal motore a petrolio al motore Diesel.

Bisogna comunque arrivare al dopo-

guerra per trovare un rinnovato e più vigoroso impulso all'introduzione del motore Diesel nella trazione agricola: un più vasto orizzonte veniva infatti a

Fig. 10. - Motore Diesel raffreddato ad uria della trattoria Allgaier AP 17 (Progetto Porsche).



schudersi per esso con l'estensione della sua applicazione alla trattoria a ruote.

L'industria trattoristica europea, potenziata notevolmente con l'apporto di nuove energie e di moderni impianti riconvertiti, si indirizzava per gran parte verso la costruzione di trattorie con motore Diesel, a cingoli e a ruote. In Germania, in Francia e in Italia specialmente, ma anche in Svizzera, in Inghilterra, in Cecoslovacchia e in Austria, si partecipava alla realizzazione di una estesa gamma di trattorie, ove la tecnica del Diesel veloce, arricchitasi del copioso bagaglio di esperienza acquisita nell'autotrazione stradale, si sbizzarriva in una grande varietà di soluzioni.

Sino a che la trattoria con motore Diesel rimase di dominio della industria americana e, in minor misura, di quella tedesca, essa apparve come un campo riservato al motore a iniezione indiretta. In America la Caterpillar aveva adottato il tipo a precamera di combustione, giustificando la sua scelta con i risultati di una lunga e scrupolosa indagine selettiva; la International Harvester pure, mentre la Cletrac adottava per le sue trattorie motori Hercules a camera di turbolenza rotatoria separata. Solo la Allis Chalmers, nel sostituire il motore Hesselmann durante la guerra sulle sue trattorie cingolate, passava arditamente al motore Diesel a due tempi, ad iniezione diretta e lavaggio unidirezionale di costruzione della General Motors.

Totalitaria fu la preferenza data al motore a precamera dell'industria trattoristica tedesca, forse anche in conseguenza del fatto che in Germania il motore a precamera, per merito soprattutto di Daimler Benz, dominava nell'autotrazione stradale pesante.

La ragione specifica adottata dai costruttori, e particolarmente dal caposcuola Caterpillar, per giustificare il loro orientamento verso il motore a precamera, ed in genere l'iniezione indiretta, ora che l'apparato di iniezione dava minori preoccupazioni, in quanto era sufficiente l'impiego di iniettori con ugello a foro unico o di pressioni di iniezione relativamente basse (non superiori a 120 atm) il che veniva ad intonarsi con le esigenze e le caratteristiche dell'ambiente agricolo.

Effettivamente l'apparato di iniezione del motore a iniezione diretta è molto più sollecitato (la pressione di iniezione sta intorno alle 200 atm) e l'iniettore è reso più delicato dall'ugello a fori multipli più piccoli, risultando quindi più facile ad ostruirsi. Inoltre il motore a iniezione diretta è da ritenersi nel complesso meno tollerante nei riguardi della riduzione di efficienza dell'apparato di iniezione, in quanto in definitiva la precamera e la camera di turbolenza sono elementi integratori o soccorritori dell'apparato d'iniezione.

Per contro il motore ad iniezione diretta presenta però, come è noto, il vantaggio di una riduzione del consumo specifico in misura che, se può valutarsi intorno al 10% nel funzionamento a pieno carico, aumenta peraltro sensibilmente quando il motore funziona a carichi parziali (15% circa a metà carico).

Occorre aggiungere che il motore a iniezione diretta si avvia a freddo più facilmente dei motori a iniezione indi-

retta poichè in esso risultano minori le dispersioni di calore, e questo in relazione allo spazio di combustione, più raccolto.

Sono stati del resto i vantaggi sopra elencati a favorire la diffusione del motore a iniezione diretta in Europa, ove più che in America è sentito il problema dell'economia di combustibile.

In Italia l'applicazione del motore a iniezione diretta ha assunto un carattere pressochè totalitario nel campo dell'autotrazione stradale, ed era logico pertanto che ciò portasse al tentativo di applicazione anche sulla trattoria agricola, tentativo che, in base ai risultati ottenuti dalle due principali Case costruttrici di trattorie con motore Diesel, la Fiat e l'Ansaldo, deve oggi considerarsi pienamente riuscito.

Sintomatico del resto il fatto che la Ford abbia adottato per la nuovissima edizione del modello Fordson Major un motore Diesel a iniezione diretta.

Col motore Diesel a iniezione diretta si realizzano consumi specifici di 170 gr/Cvh a pieno carico e di 200 gr/Cvh a metà carico (il consumo specifico del motore a petrolio, che a pieno carico si aggira sui 280 gr/Cvh, a metà carico sale a 360 gr/Cvh).

La relativa insensibilità alla variazione del carico, nei riguardi del consumo specifico, caratteristica del motore Diesel in genere, si ripercuote molto favorevolmente sul consumo medio per unità lavorativa della trattoria, in quanto nell'esercizio pratico il carico di utilizzazione oscilla frequentemente. Questo spiega come il rapporto tra i consumi per ettaro lavorato a pari profondità tra una trattoria con motore a petrolio ed una trattoria con motore Diesel risulti sensibilmente superiore al corrispondente rapporto tra i consumi specifici a pieno carico dei due tipi di motore.

La pressione media effettiva viene normalmente contenuta nel motore Diesel per trazione agricola intorno a 6 kg/cm² ai fini del margine di sicurezza imposto dalle particolari caratteristiche di impiego e ambientali. Così dicasi per la potenza volumetrica che viene contenuta intorno ai 10 Cv/lt, e per il regime massimo di rotazione che pur essendo salito a 2000 giri/min sulle unità di minor cilindrata resta pur tuttavia sempre inferiore al regime raggiunto dai motori Diesel veloci per autotrazione stradale.

Questo significa che nelle applicazioni agricole il motore Diesel veloce si mantiene più lontano dal cosiddetto limite del fumo, e dai limiti ammessi in altro campo di applicazione per la velocità media degli stantuffi e per il grado di carico dei cuscinetti (vedere figura 7, nella quale sono riportate le curve caratteristiche del motore delle trattorie Fiat 55/55L in confronto con le curve che corrisponderebbero ad un motore di pari cilindrata applicato su autocarro. La p.m.e. e la potenza risultano ridotti nel caso della trattoria in quanto è ridotta la quantità di combustibile introdotta per ciclo).

La necessità di più elevati coefficienti di sicurezza deriva dal fatto che il lavoro del motore per trazione agricola è più rude, più gravoso e viene sovente effettuato in condizioni meno propizie.

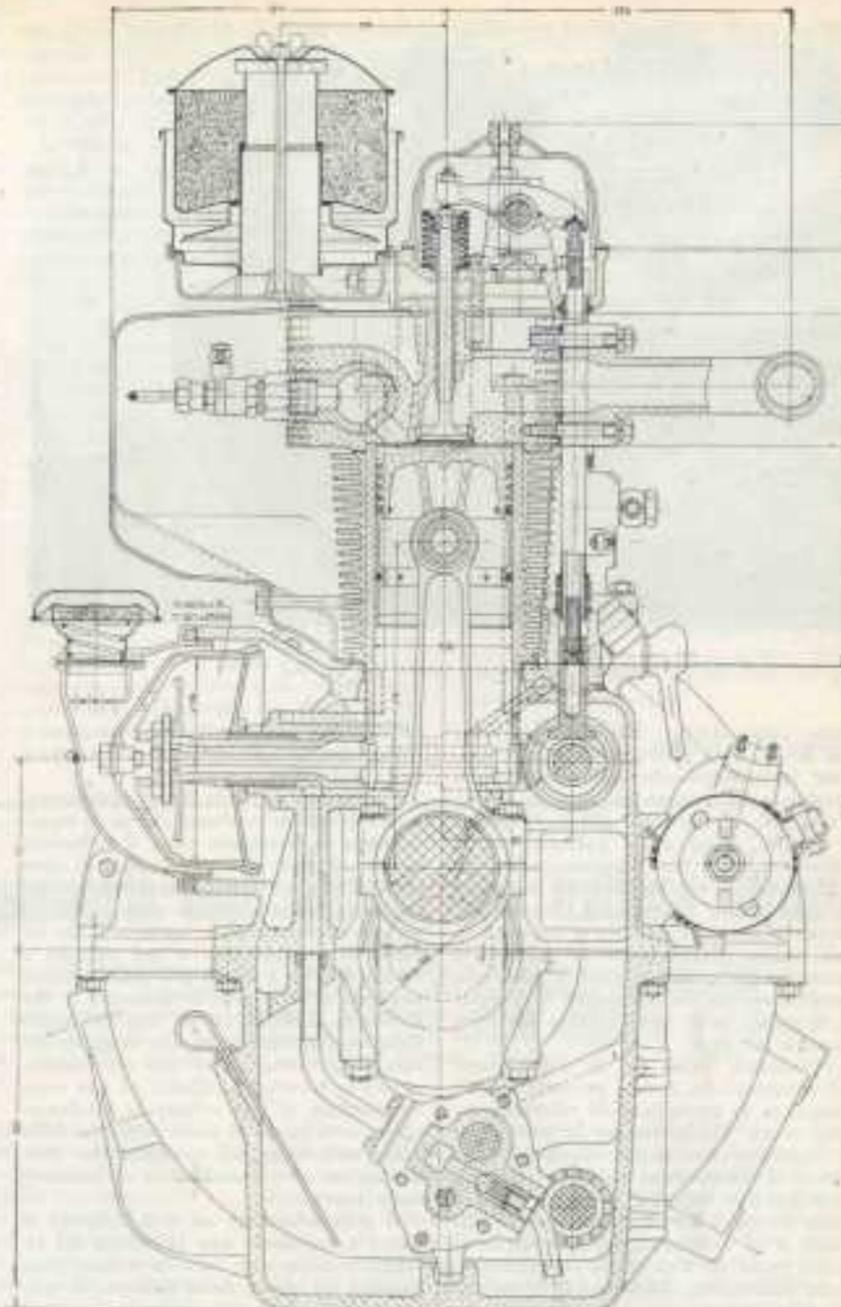


Fig. 11 - Sezione trasversale del motore della trattoria Allgaier AP 17.

Durante la campagna di lavoro, lo sfruttamento della trattoria agricola assume carattere intensivo per quella caratteristica esigenza del lavoro agricolo che è la tempestività. Eventuali arresti, per inconvenienti e necessità assistenziali, sono maggiormente sentiti che non in altro campo, sia in relazione all'incalzare della stagione, che per la difficoltà degli interventi, tenuto presente che essi debbono essere effettuati per lo più in aperta campagna.

Prescelta la marcia di lavoro, e questa in genere è sempre quella che consente di sfruttare al massimo la potenza del motore, la trattoria si avvia spesso con l'attrezzo già interrato, richiedente quindi subito la massima coppia del motore, e deve poter continuare a lavorare gior-

no e notte per intere settimane, con le sole brevi fermate occorrenti per i rifornimenti e l'ordinaria manutenzione essenziale.

Il motore Diesel per trattoria agricola, pur beneficiando agli effetti termodinamici e tecnologici dei progressi della tecnica del Diesel veloce applicato all'autotrazione stradale, mantiene una fisionomia sua propria per quanto ha riferimento: ai margini di sicurezza cui si è accennato; alla robustezza e compattezza strutturale in quanto fissato rigidamente sulla trattoria e dovendo talora contribuire a formarne l'ossatura; all'accessibilità dei vari organi, che deve essere al massimo facilitata; alla regolazione, che deve essere automatica a tutti i regimi e con scarto di giri mantenuto

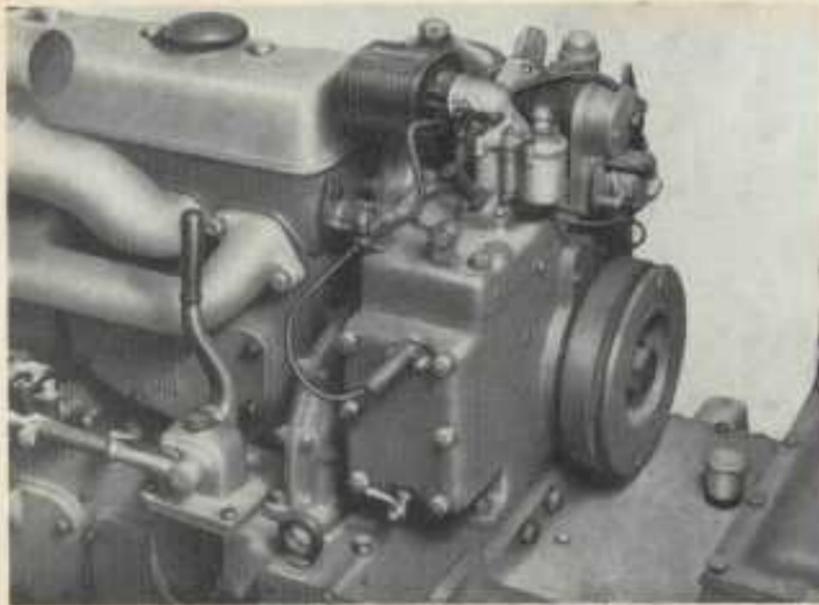


Fig. 12. - Motorino di avviamento a benzina della trattoria Fiat 55/55L.

entro certi limiti; alla lubrificazione, che deve essere garantita pure alle massime inclinazioni che può assumere la trattoria nella marcia su terreno vario; a tutti gli accorgimenti atti a difendere il motore stesso dalla polvere, che è notoriamente il suo maggior nemico.

Il filtro dell'aria assume una funzione di preminente importanza, trovandosi frequentemente la trattoria a marciare in una vera e propria nube di polvere: è generalizzato ormai il filtro a olio, abbondantemente dimensionato e sistemato in posizione di facile accesso per ispezione e lavaggio.

Altrettanto dicasi per la depurazione del combustibile, tenuto presente che in campagna le operazioni di rifornimento sono meno disciplinate e le possibilità di inquinamento molto maggiori. Per questo il costruttore, anziché limitarsi, come per altri settori di impiego, all'adozione di un filtro di elevato potere filtrante e di sufficiente capacità di accumulo, cerca di assicurarsi la collaborazione dell'utente, fornendogli istruzioni e magari mezzi per una preventiva decantazione del combustibile o almeno per una preventiva filtrazione all'atto del travaso dal serbatoio di fattoria al barile da campo e da questo al serbatoio della trattoria.

Nella trattoria M.A.N. lo scrupolo del costruttore è arrivato sino a sistemare la pompa di iniezione in un vano ricavato di fusione nel gruppo cilindri e chiuso da un coperchio.

Ma accorgimenti a parte, condizione essenziale per il successo del motore Diesel veloce nella trazione agricola, e particolarmente del motore a iniezione diretta, è che la distribuzione sul mercato sia appoggiata ad una organizzazione assistenziale capillare ed efficiente, che controlli l'osservanza delle precauzioni necessarie per la depurazione del combustibile, senza di che gli elementi più delicati dell'apparato di iniezione andrebbero soggetti a gravi inconvenienti

(otturazione dei forellini di iniezione e rapida usura degli elementi di pompa e delle valvole).

Per quanto riguarda il raffreddamento, è da rilevare la tendenza che si va manifestando in Germania verso il raffreddamento ad aria, del quale, oltre ai vantaggi derivanti dalla soppressione del radiatore, si prospettano pure quelli di un più elevato regime termico della camera di combustione e dei cilindri a carico ridotto e di un più rapido riscaldamento all'atto dell'avviamento, il che dovrebbe tradursi in un miglioramento della combustione e in una maggior durata delle canne, atteso che solo mantenendo le pareti dei cilindri ad una certa temperatura si può evitare la condensazione sotto forma di acido solforico dello zolfo contenuto nel combustibile, condensazione che contribuisce all'aumento delle usure.

Il raffreddamento ad aria, quando si riesca a realizzare una alettatura dei cilindri e delle teste tale da evitare intasamenti ad opera della polvere, si presenta particolarmente interessante per il motore della trattoria agricola, non fosse altro che per la semplificazione derivante per le norme di uso e manutenzione. Esso è già stato adottato in Germania, fra le altre, dalle Case tedesche Deutz e Allgaier e in Italia lo troviamo sulle piccole trattorie O.T.O. R3 e Meroni.

Altro problema preoccupante del motore Diesel è quello dell'avviamento, tenuto presente che in campagna è difficile mantenere in efficienza le batterie, sia per gli scuotimenti cui queste sono sottoposte nella sistemazione su trattoria, sia per i lunghi periodi di inattività cui andrebbero soggette, in relazione al carattere di stagionalità dei lavori agricoli.

Questo giustifica come diverse Case siano ricorse, per l'avviamento, al motorino ausiliario a benzina che presenta, rispetto all'avviamento elettrico, il vantaggio di una maggior indipendenza.

Inoltre esso, quando abbia il circuito dell'acqua di raffreddamento in derivazione con quello del motore, dà la possibilità di effettuare il preriscaldamento, il che è particolarmente utile nella stagione fredda non solo agli effetti di facilitare l'avviamento, ma anche agli effetti di evitare usure premature delle canne dei cilindri per difetto di fluidità dell'olio lubrificante.

In venti anni il motore Diesel ha compiuto enormi progressi nell'applicazione su trattoria agricola, e dalla trattoria l'ingoiata di grande potenza è venuta man mano imponendosi sulle trattorie a cingoli e a ruote di media potenza, sino a presentarsi oggi, almeno in Europa, come competitor del motore a carburatore anche sulle trattorie di piccola potenza.

La popolare trattoria Ferguson viene oggi fornita a richiesta con motore Diesel a 4 cilindri, diametro e corsa 80,96x101,6 mm, cilindrata 2092 cm³, potenza 25 Cv a 2000 giri (con la cilindrata unitaria si è scesi cioè a 0,5 litri).

In Germania sono state realizzate trattorie a ruote con motore Diesel mono o bicilindrico di 10-12 Cv di potenza.

Questa avanzata del motore Diesel è da mettersi naturalmente in relazione con la situazione dei Paesi che scarseggiano di combustibili o per i quali la voce combustibile ha gran peso nel costo di esercizio della trattoria, ma è anche dovuta al fatto che esso ha saputo, per merito dei costruttori, adeguarsi alle specifiche esigenze del campo agricolo.

Conclusioni.

L'evoluzione del motore per trattoria agricola, pur seguendo il progresso della tecnica motoristica in genere, è sempre stata vincolata dalla necessità di corrispondere alle seguenti fondamentali esigenze dettate dalle caratteristiche di impiego e ambientali:

- 1) Economia di esercizio;
- 2) Largo margine di sicurezza;
- 3) Facilità di condotta e di manutenzione.

Per molti anni ha dominato il concetto di realizzare l'economia di esercizio mediante l'utilizzazione di un combustibile di basso costo.

Di qui la diffusione del motore a petrolio, e, su scala più ridotta, del motore, a testa calda che peraltro agli effetti tecnici e funzionali risultavano ambedue nettamente inferiori ai motori normalmente impiegati nell'autotrazione stradale.

È venuta pertanto ad imporsi una sostanziale revisione di indirizzo: prevale oggi infatti l'orientamento verso motori di più elevato rendimento termodinamico, i quali consentano di realizzare l'economia di esercizio mediante un effettivo risparmio di combustibile. Vedasi la tendenza in atto all'abbandono del motore a petrolio, cui va sostituendosi in America il motore a benzina con elevato rapporto di compressione e in Europa il motore Diesel veloce, mentre il motore a testa calda vede il suo impiego sempre più circoscritto alle minori potenze e agli ambienti meno addestrati e meno organizzati.

Se sino a ieri si poteva dire che un limite di demarcazione tra il dominio

indiscusso del Diesel e quello dei motori a carburatore ed a testa calda era all'incirca rappresentato dalla potenza di 50 Cv (trattorie medio pesanti e pesanti), oggi questo limite si è già in Europa spostato intorno ai 35 Cv (trattorie medie).

Al di sotto di questa potenza il motore Diesel sta facendo grandi progressi, favorito in Italia dal sistema fiscale in atto (agevolazione limitata al petrolio e al gasolio), e muove alla conquista della categoria delle trattorie medio-leggere e leggere.

Ora questa avanzata del Diesel nel settore delle minori potenze è da ritenersi naturale o artificiosa?

Le opinioni al riguardo sono discordi e difficili ad esprimersi in termini di assoluta obiettività, poiché molto risentono del punto di vista da cui vengono formulate.

In America, ove il problema del motore per trattoria agricola non è influenzato da particolari preoccupazioni nei riguardi del combustibile, si tende a ritenere artificioso il progresso del Diesel nel campo delle minori potenze. E là infatti il campo delle potenze inferiori ai 35 Cv rimane di assoluto dominio del motore a carburatore, mentre nell'intervallo 35-50 Cv si può individuare la zona di transizione tra i due tipi di mo-

tori, con prevalenza del Diesel sulle trattorie cingolate e del motore a carburatore sulle trattorie a ruote, essendo naturalmente acquisite al dominio del Diesel le potenze da 50 Cv in su.

In Europa — ove il problema del risparmio di combustibile, in relazione al suo costo elevato e alle servitù derivanti dalla necessità di importazione, sta in primissimo piano — si tende invece a considerare naturale l'avanzata del Diesel.

Ci sia lecito tuttavia giustificare i dubbi e le perplessità che ancora sussistono circa la convenienza di adottare il motore Diesel per le minori potenze, date le difficoltà che ne pregiudicano il problema, e che possono così riassumersi:

1) Con il ridursi della cilindrata unitaria diminuisce il rendimento termico a causa delle maggiori dispersioni di calore, conseguenti ad un diminuito rapporto volume-superficie dello spazio di combustione: quindi aumenta il consumo specifico.

2) Sul motore viene a gravare maggiormente il costo dell'apparato d'iniezione e dell'apparecchiatura d'avviamento (l'avviamento a mano è sempre aleatorio oltre che faticoso), da cui un maggior costo per cavallo, e d'altra parte più la trattoria è piccola e più facilmente andrà in mano a personale meno

qualificato per la condotta di un motore Diesel.

3) La riduzione del numero dei cilindri, verso cui si tende per ovviare agli inconvenienti di cui al primo comma, significa aumento di irregolarità di coppia, aumento di vibrazioni, maggiori sollecitazioni per l'incastellatura di fissaggio e quindi aumento di peso del gruppo propulsore, nonché necessità di un volano di grandi dimensioni non sempre compatibile, sulla trattoria, con le esigenze di ingombro e di visibilità.

Non è improbabile che, dopo aver fatto esperienza dei maggiori oneri di ammortamento e assistenziali del motore Diesel, l'utente che va accogliendo con tanto favore l'applicazione di questo motore anche su trattorie di potenza notevolmente inferiore ai 35 Cv, di solito non soggette a sfruttamento intensivo, sia portata a riconoscere che per le minori potenze è ancora più conveniente il motore a carburatore.

Il problema si chiarirebbe in Italia, se l'artificiosa situazione creata dalla legislazione vigente al riguardo dei carburanti agricoli venisse a cessare, e la benzina fosse ammessa ad usufruire delle stesse agevolazioni fiscali concesse al petrolio ed al gasolio.

Edmondo Tascheri

Il problema dell'accoppiamento degli attrezzi alla trattoria agricola

Si considera il processo evolutivo dell'accoppiamento tra il mezzo propulsore e l'attrezzo operante, illustrando i sistemi di collegamento dei due elementi — dal semplice traino dell'attrezzo alla trasformazione di quest'ultimo in mezzo motorizzato autonomo attraverso le diverse soluzioni intermedie — per concludere a favore di una universalizzazione del mezzo propulsore onde renderlo accoppiabile ad una vasta serie di attrezzi operanti, applicabili direttamente secondo il sistema che più si sarà affermato.

La progressiva sostituzione della trazione meccanica a quella animale, che nella tecnica delle lavorazioni agricole caratterizza la prima metà del nostro secolo, ha reso necessario un rapido processo di adeguamento delle macchine operatrici: la maggiore capacità di trazione e le maggiori velocità di lavoro dei nuovi mezzi motorizzati — le trattorie — hanno posto infatti una serie di problemi, per la cui risoluzione si è venuta trasformando la fisionomia della maggior parte delle macchine destinate alla esecuzione delle diverse operazioni colturali — dalle prime lavorazioni del terreno alla raccolta dei prodotti — originariamente concepite per il traino animale.

In un primo tempo la trasformazione non fu, salvo sporadici tentativi in altre direzioni, che un adeguamento delle dimensioni e della struttura dei comuni attrezzi trainati: alla trattoria non si richiedeva altro requisito, agli effetti dinamici, che quello di fornire una determinata potenza al gancio di trazione, al minor costo, cioè con il più elevato rendimento.

Ben presto però le sempre crescenti esigenze tecniche ed economiche indussero i progettisti ad affrontare, attraverso nuove vie, la ricerca di migliori rendimenti del complesso trattoria-attrezzo. Uno degli obiettivi principali era quello di ridurre al minimo l'impiego di mano d'opera, mettendo una sola persona in grado di compiere, con l'ausilio delle macchine, il maggior numero di operazioni del ciclo colturale.

Ebbe così origine nel processo evolutivo dei mezzi meccanici per l'agricoltura una nuova fase, caratterizzata da un più stretto legame, una maggiore interdipendenza fra attrezzo e trattoria.

Infatti mentre in origine il collegamento dei due elementi era affidato ad un semplice gancio, e l'azione reciproca non era altro che una forza comunque orientata passante per il punto di attacco, sicché entrambi dovevano godere di una stabilità propria ed essere forniti di organi indipendenti di comando e di regolazione, negli ultimi tempi sono venuti delineandosi sempre più nettamente nuovi sistemi di collegamento, realizzati mediante un complesso di organi atti a fungere come intermediario fra l'attrezzo, ridotto alla semplice espressione di utensile lavorante, e la trattoria. Dispositivi di sollevamento, di attacco, di controllo e di regolazione, sono ormai universalmente previsti, sotto diverse forme e soluzioni costruttive, dai fabbricanti di trattorie e di macchine agricole.

Si profila così il passaggio dal complesso « trattoria - attrezzo trainato », a quello « apparato motopropulsore — dispositivo intermedio di collegamento e di controllo — organo lavorante ».

Per il momento l'apparato motopropulsore è costituito — fatta eccezione per alcune soluzioni di avanguardia, attuate peraltro anche da case di grande nome — dalla normale trattoria. L'equilibrio di questo nuovo complesso durante il lavoro risponde comunque a criteri completamente diversi da quelli secondo cui si era soliti ricercare il migliore accoppiamento fra la trattoria e l'attrezzo rimorchiato.

Senza pretendere di approfondire in questa sede tutti gli aspetti del problema, è interessante esaminare per sommi capi le peculiarità dei diversi sistemi di accoppiamento.

Occorre distinguere due tipi fondamentali:

- Trattoria con attrezzi trainati (l'attrezzo possiede