

FIAT STABILIMENTO GRANDI MOTORI

N. 1

BOLLETTINO TECNICO

ANNO 1935



LA MIN VULCANIA, A VENEZIA.

55342 B

Il ciclo Diesel a quattro ed a due tempi per motori da locomotive di grande potenza

Dott. Ing. Roberto De Pteri

Pag. I

Venti anni di esperienza pratica relativa al funzionamento dei motori a due tempi a doppio effetto di grande potenza, con particolare riguardo ai motori principali della M/n "Vulcania".

Dott. Ing. Severo Filippini

Pag. 19

IL CICLO DIESEL A QUATTRO ED A DUE TEMPI PER MOTORI DA LOCOMOTIVE DI GRANDE POTENZA^(*)

Vengono considerate e confrontate le caratteristiche di fabbricazione e di funzionamento dei diversi tipi di motori utilizzati attualmente per la grande trazione ferroviaria, in particolare in funzione del ciclo termico adottato, di quattro o due tempi.

Si fa notare che, malgrado che in questo campo il numero maggiore di motori in servizio appartenga al ciclo a due tempi, la maggioranza dei costruttori è piuttosto orientata verso il ciclo a quattro tempi.

Ammettendo d'altra parte che il ciclo a due tempi possa avere delle possibilità di costruzione che, pur essendo già conosciute, non sono ancora state utilizzate nel campo ferroviario, vengono esposte delle idee e dei dati circa motori a due tempi disegnati secondo principi differenti da quelli più correntemente seguiti al momento attuale.

1) La lotta dei cicli nei motori a combustione di tipo Diesel si combatte ormai, con alterne vicende, da circa 50 anni. Prevalente è stato nei primi 20 anni il ciclo a quattro tempi, in quanto più antico e più facile da realizzare, mentre il ciclo a due tempi, superate con lungo lavoro e fatica le malattie dell'infanzia, ha conquistato in seguito in modo praticamente integrale il campo dei motori di media e grande potenza, lasciando al ciclo a quattro tempi il campo dei motori veloci e di piccola potenza. L'avvento della sovralimentazione del motore a quattro tempi ha permesso a questo, negli ultimi 10 anni, di riconquistare una parte del terreno perduto, estendendo la propria applicazione anche nel campo delle medie potenze. Specialmente oggi questa tendenza si afferma in seguito alla possibilità di ottenere correntemente gradi di sovralimentazione pari o superiori al 100 % ed alla già realizzata costruzione, sia pure con

carattere sperimentale, di macchine a quattro tempi con sovralimentazione del 200 %.

Ma contemporaneamente il ciclo a due tempi si è affermato in un campo che pareva essere specifico del ciclo a 4 tempi, e cioè nel campo dei motori leggeri e veloci adatti alla grande trazione ferroviaria. La lotta non è quindi finita, dato che entrambi i cicli sono stati sviluppati e perfezionati nelle loro applicazioni pratiche così da dar luogo a costruzioni efficienti per la maggior parte degli impieghi. Soltanto i grandi motori sembrano ancora oggi riservati al ciclo a due tempi, specie se perfezionato con l'impiego della sovralimentazione.

Oggetto del presente studio è l'esame comparativo delle applicazioni dei due cicli nel campo della trazione ferroviaria, confrontando alcuni elementi tratti dalle più interessanti costruzioni che sono oggi sul mercato e mettendo in discussione alcune idee che abbiamo

^(*) Questo articolo riproduce una memoria presentata alla riunione biennale tenuta all'Aja nel Maggio 1955 dal Congresso Internazionale dei Motori a Combustione Interna.

La memoria è stata scritta alla fine dell'anno 1954 e fa riferimento ad una situazione tecnica quale conosciuta dall'autore nel secondo semestre 1954.

Alcuni dei dati riportati, specialmente nelle tabelle, sono oggi superati dai progressi conseguiti in questo ultimo anno; ma poiché aggiornamenti e modifiche non avrebbero mutato la sostanza del testo, abbiamo preferito riprodurre la memoria nella forma originale.

tentato di applicare nella costruzione di macchine sperimentali.

La trazione ferroviaria richiede oggi unità che vanno dai 100 ai 2000 Cv; considereremo in quanto segue soltanto motori destinati alla grande trazione, in un campo di potenze che va dai 1000 ai 2000 Cv.

2) In questo campo il ciclo a quattro tempi è rappresentato da motori sovralimentati, aventi cilindri di diametro compreso fra circa 180 ÷ 320 mm, e funzionanti a velocità comprese fra i 625 ed i 1500 giri/min.

due degli organi principali (testate, stantuffi, cuscinetti). Questo porta in pratica a macchine funzionanti a non più di 1000 giri/min, ed a cilindri di dimensioni non inferiori ai 200 mm, essendo i giri più alti ed i diametri minori usati su motori a V a 12 e 16 cilindri; mentre con giri più bassi (650 ÷ 800) e diametro attorno ai 300 mm, si fanno motori con 6 ed 8 cilindri in linea.

b) Motori disegnati seguendo una impostazione automobilistica e pertanto estendendo ai motori della grande trazione i criteri costruttivi che necessariamente sono

Tab. 2 - MOTORI A 2 TEMPI PER TRAZIONE FERROVIARIA

N.	COSTRUTTORE	TIPO	Potenza continua	Potenza unioraria	Velocità giri min	Esecuzione e n° cilindri	Diametro mm	Corra mm	Pressione media effettiva continua p.m.e. kg/cm ²	Velocità media stantuffo v.m.a. m/s	p.m.e. x v.m.a.	Peso t	Dimensioni	
			Cv	Cv									** lunghezza x larghezza m	*** Superf. m ²
I	FAIRBANKS-MORSE	38	1220	* 1890	850	8	206	254	6,7	7,2	48,3	15	4,30x1,20	5,6
II	GENERAL MOTORS	16 567C	1750	* 1925	835	V-16	216	254	6,33	7,05	44,7	14,3	4,35x1,58	7,5
III	CROSSLEY	HST Vee 12	* 1870	2060	650	V-12	267	343	6,18	7,37	45,6	18	5,00x1,67	8,35

I) M.T.Z., 2/54

II) M.T.Z., 2/54

III) British Diesel Eng. Cat.

Third Ed.

* Potenza presunta.

** Lunghezza a partire dalla flangia dell'albero a gomiti. Sono trascurate eventuali sporgenze che si sovrappongono all'ingombro dei generatori elettrici e dei cambi idraulici.

*** Si è creduto di poter valutare l'ingombro del motore, agli effetti dell'installazione sulla locomotiva, in base al prodotto lunghezza x larghezza. L'altezza non ha importanza, dato che in ogni caso deve essere compatibile con la sagoma ferroviaria e nessun vantaggio presenta un motore basso rispetto ad un motore alto.

Le velocità di stantuffo variano fra gli 8 ed i 10 m/s; le pressioni medie effettive, in regime continuativo, variano fra gli 8 e gli 11 kg/cm².

Pur essendo affini per il ciclo impiegato e per la maggior parte degli elementi costruttivi, possiamo rilevare in questo gruppo di motori due classi:

a) Motori disegnati seguendo una impostazione che chiameremo industriale, e cioè seguendo alcuni dei concetti fino ad oggi fondamentali dei motori di tipo lento: numero di giri non eccessivo, almeno in relazione alle particolari esigenze di impiego;

— possibilità di manutenzione continua, ciò che richiede facile accessibilità alle singole parti, ed agevole possibilità di smontaggio e sostituzione indivi-

richiesti ai motori per la trazione leggera delle automotrici. Con questo, non superando i 180 mm di diametro degli stantuffi e salendo ai 1300 ÷ 1500 giri/min, si sono ottenute buone macchine, se pure di potenza inferiore a quelle della categoria precedente. Esse richiedono una costruzione molto precisa, e debbono essere tenute in ordine mediante una manutenzione a scadenze fisse da parte di officine specializzate.

Si sono attenuti esclusivamente al criterio a) i costruttori americani, ed in Europa gli inglesi, gli svizzeri, gli italiani e gli olandesi; i costruttori germanici e francesi sono divisi, essendo però i germanici quelli che hanno introdotto e sostengono più attivamente i motori veloci e leggeri.

Crediamo opportuno raggruppare nella tabella 1 le

caratteristiche geometriche e funzionali di alcuni dei motori a quattro tempi oggi disponibili presso i più noti costruttori delle varie nazioni.

I dati forniti, per quanto riguarda le prestazioni, possono essere non omogenei, non essendovi purtroppo finora un metro comune per definire le potenze di un determinato motore; altri dati, quali le dimensioni di ingombro, i pesi, ecc., sono stati ricavati dalle più recenti pubblicazioni tecniche in nostro possesso, ma possono essere affetti da qualche involontario errore.

grado di sovralimentazione che può derivare dalla possibilità di iniziare la compressione nel cilindro a pressione pari a quella dell'aria di lavaggio; funzionano a velocità comprese tra i 600 e gli 850 giri/min, con cilindri di diametro fra i 200 ed i 270 mm.

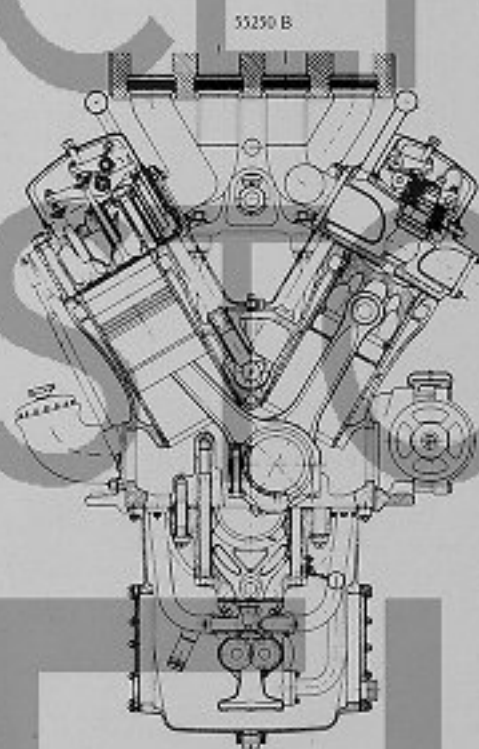


Fig. 1 - Sezione trasversale del motore MERCEDES-BENZ tipo MB 820 Bb
Diametro 175 mm - Corsa 205 mm.

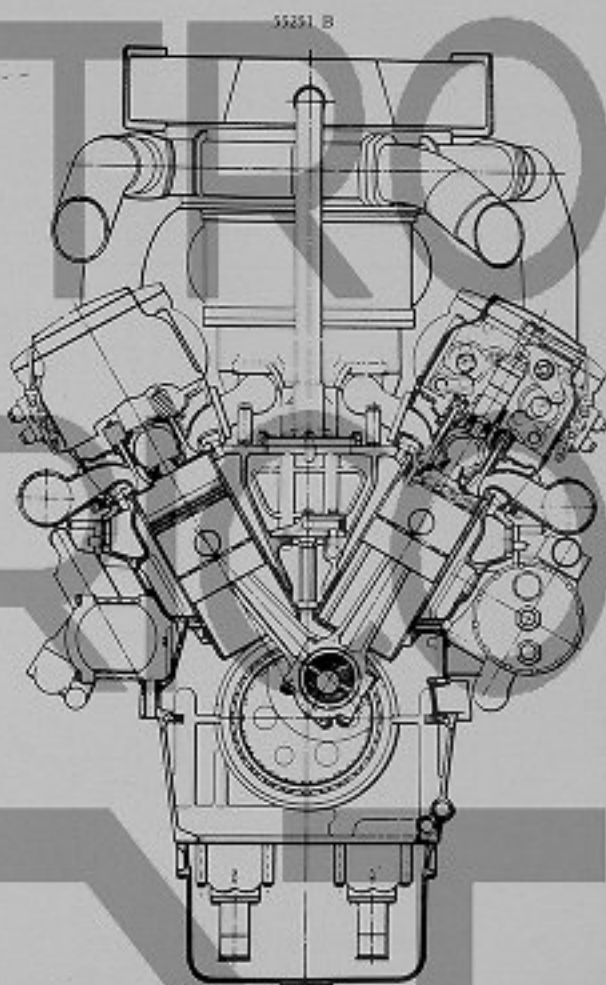


Fig. 2 - Sezione trasversale del motore MAYBACH tipo MD 650
Diametro 175 mm - Corsa 200 mm.

Sempre da pubblicazioni tecniche riproduciamo (Figure 1-2-3-4-5-6-9-10-11-12-13-14), per alcuni dei motori più caratteristici, fotografie e disegni, che permetteranno al lettore di fare i dovuti confronti con le analoghe figure che daremo in seguito per qualche motore a due tempi.

3) Il ciclo a due tempi è rappresentato nella trazione ferroviaria da un minor numero di tipi (Tab. 2). Si tratta di motori non sovralimentati, o con quel modesto

Le velocità di stantuffo sono sui 7,5 m/s; le pressioni medie effettive in servizio continuativo sono prossime ai 6,5 kg/cm².

Mentre i dati generali di funzionamento sono fra di loro abbastanza omogenei, molto diversi sono i disegni adottati nella realizzazione costruttiva dei vari motori.

a) La General Motors americana, che costruisce il motore per trazione ferroviaria di gran lunga più diffuso

nel mondo, fa uso di lavaggio unidirezionale con introduzione d'aria in basso nel cilindro attraverso feritoie, e scarico dei gas regolato da valvole comandate nella testata del cilindro. L'aria di lavaggio è ottenuta da soffianti rotative comandate meccanicamente dal motore (Fig. 8 e 16).

Deutz in Germania produce motori di analoga impostazione, ma con soffianti centrifughe azionate dal motore stesso; non sappiamo se abbiano finora avuto applicazione ferroviaria.

Come per i motori a quattro tempi, riportiamo nella tabella 2 i dati a nostra conoscenza per i motori a

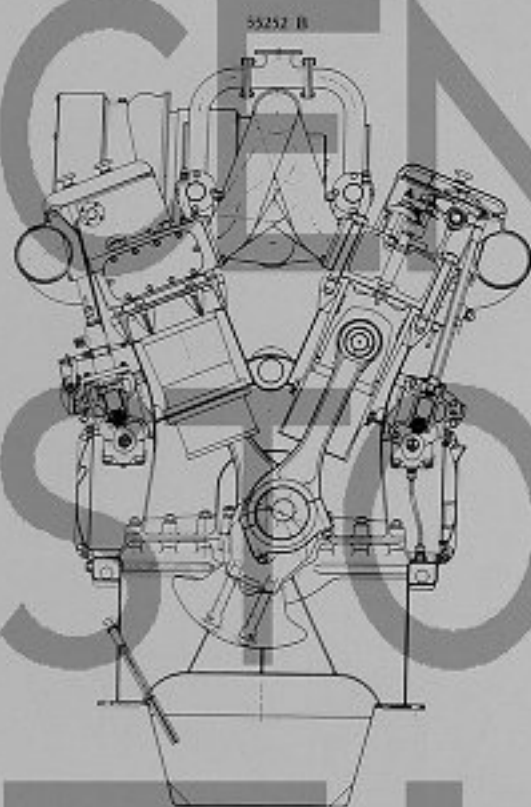


Fig. 3 - Sezione trasversale del motore FIAT tipo 2216 SS
Diametro 220 mm - Corsa 270 mm.

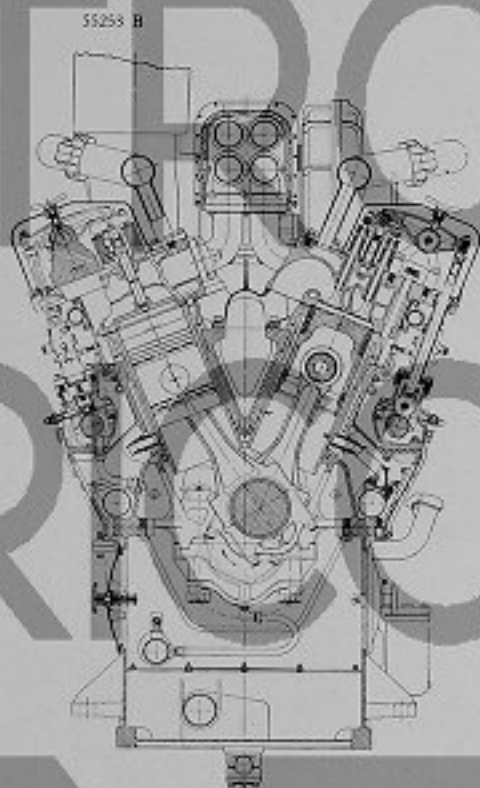


Fig. 4 - Sezione trasversale del motore ALCO tipo 244
Diametro 229 mm - Corsa 267 mm.

b) La Fairbanks & Morse americana costruisce un motore a stantuffi opposti, con due alberi a gomiti collegati meccanicamente fra di loro; anche qui si ha lavaggio unidirezionale, ma con introduzione d'aria e scarico dei gas totalmente per feritoie scoperte automaticamente degli stantuffi. L'aria di lavaggio è prodotta da soffiante rotativa comandata dall'albero a gomiti superiore (Fig. 7-15).

due tempi, e riportiamo pure sezioni (Fig. 7-8) e fotografie (Fig. 15-16) di alcuni dei tipi sopra citati.

4) Gli elementi sopra raccolti dovrebbero permettere di fare confronti e trarre conclusioni, se possibile, sul relativo valore dei motori esistenti a due ed a quattro tempi.

Occorre però stabilire quale sia il metro per definire il valore di un motore.

Vi sono elementi che vorremmo dire di carattere teorico, quali lo sfruttamento del ciclo termico che si traduce in pressione media (p), in velocità di stantuffo (v), e complessivamente nel prodotto $p \cdot v$. In base a questo si può fare

c) La Crossley inglese ha messo sul mercato un motore a V con lavaggio invertito, senza valvole; feritoie di lavaggio e scarico tutte nella parte bassa della camicia, ed aria di lavaggio prodotta da soffianti a stantuffo. La

una classifica di eccellenza termica, che però ha un valore limitato, dato che un altro grado di qualità in questo campo è condizione necessaria, ma non sufficiente, per valutare praticamente una macchina.

Vi sono elementi pure di carattere termico, ma che

di utilizzazione e sul costo di esercizio delle macchine. Per facilitare il nostro esame abbiamo provato a raggruppare in vari diagrammi alcuni degli elementi delle tabelle 1 e 2, ma la dispersione di qualche punto e le diverse caratteristiche dei motori considerati permetterà non di trarre delle conclusioni definitive, ma di individuare soltanto delle tendenze generali.

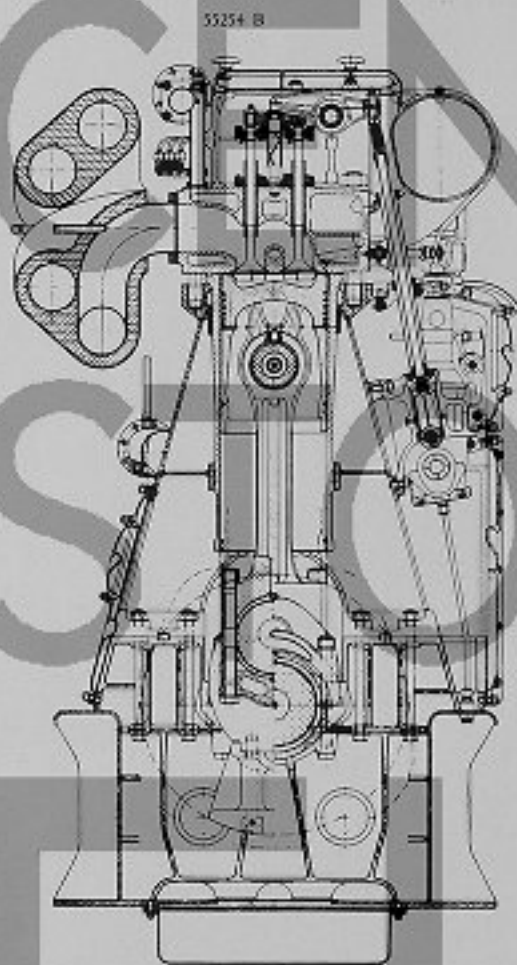


Fig. 5 - Sezione trasversale del motore FIAT tipo 288 ES.
Diametro 280 mm - Corsa 360 mm.

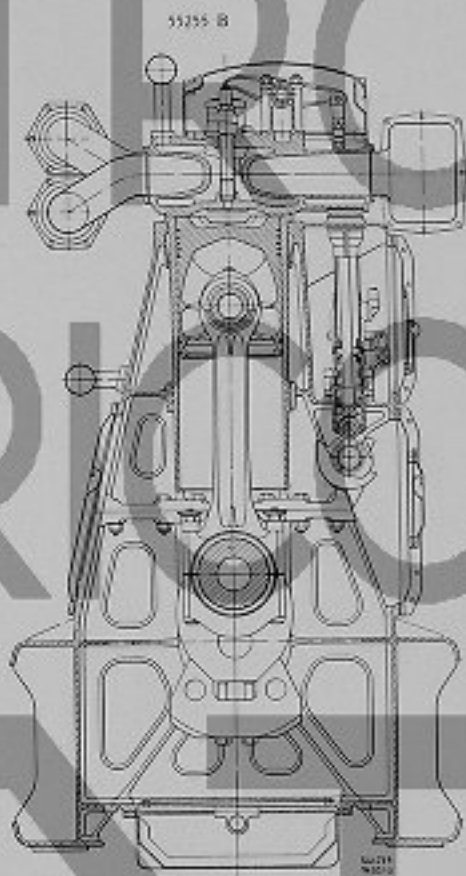


Fig. 6 - Sezione trasversale del motore SULZER tipo 8 LDA 28.
Diametro 280 mm - Corsa 360 mm.

hanno ripercussioni importanti nella pratica, quali il rendimento del ciclo, rappresentato dal consumo specifico del combustibile; è questo un dato prezioso per l'utente, in quanto il consumo è un elemento notevole nel bilancio di esercizio.

Vi sono poi elementi di carattere costruttivo, quali il peso e l'ingombro, che evidentemente influiscono nel disegno della locomotiva, e la frequenza ed il costo della manutenzione, che influiscono in modo notevole sul grado

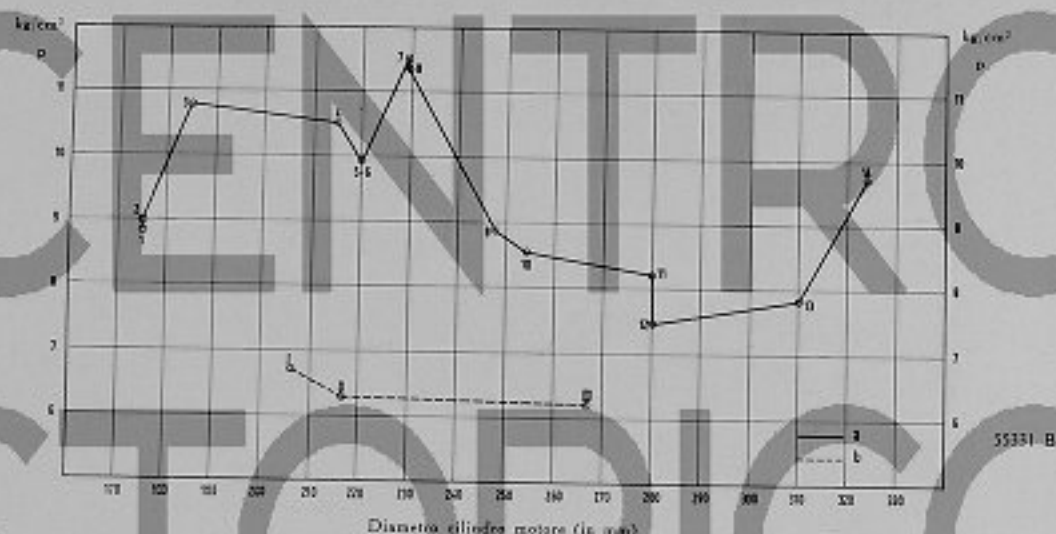
Del resto il fatto che sussistano e si costruiscano motori ferroviari di così varie caratteristiche mostra che le varie soluzioni, almeno nelle realizzazioni meglio riuscite e più diffuse, debbano considerarsi, agli effetti degli utenti, di valore pratico non molto diverso.

In ogni modo crediamo di poter dedurre le seguenti considerazioni.

a) La pressione media effettiva, (Tab. 3) tende, come già detto avanti, a portarsi verso gli 11 kg/cm² nei

motori a quattro tempi di caratteristiche più avanzate, che si trovano per ora prevalentemente nel campo dei diametri fra i 210 e i 230 mm. I motori a cilindri più piccoli sono a pressioni medie un po' più basse (mediamente 9 kg/cm^2), mentre attorno agli 8 kg/cm^2 stanno i mo-

Ricordiamo che le pressioni medie citate sono ottenute senza raffreddamento intermedio dell'aria di sovralimentazione; in queste condizioni, pressioni medie superiori a 10 kg/cm^2 costituiscono risultati tecnici di notevole valore.



2 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
I	Fairbanks Morse	Mod. 38	206	254
II	General Motors	16-567 C	216	254
III	Crowley	HST-Vee 12	267	343

4 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
1	Mercedes-Benz	MB 820 Bb	175	205
2	M.A.N.	L12V 17,5/21	175	210
3	Maybach	MD 650	185	200
4	Werkspoor	RUHB 215	215	260
5	FIAT	2216 SS	220	270
6	M.A.N.	V8V 22/30	220	300
7	Alco	244-16 V	229	267
8	Cooper Bessemer	FV-12 T	229	267
9	Mitsubishi	JVST-12	248	267
10	English Electric	16 SVT	254	305
11	FIAT	288 ES	280	360
12	Salzer	8 LDA 28	280	360
13	Salzer	12 LDA 31	310	390
14	Baldwin	608 SC	324	394

Tab. 3 - Motori Ferroviari a 2 e 4 tempi

DIAGRAMMA DELLA PRESSIONE MEDIA EFFETTIVA

a) Motori a 4 tempi

b) Motori a 2 tempi

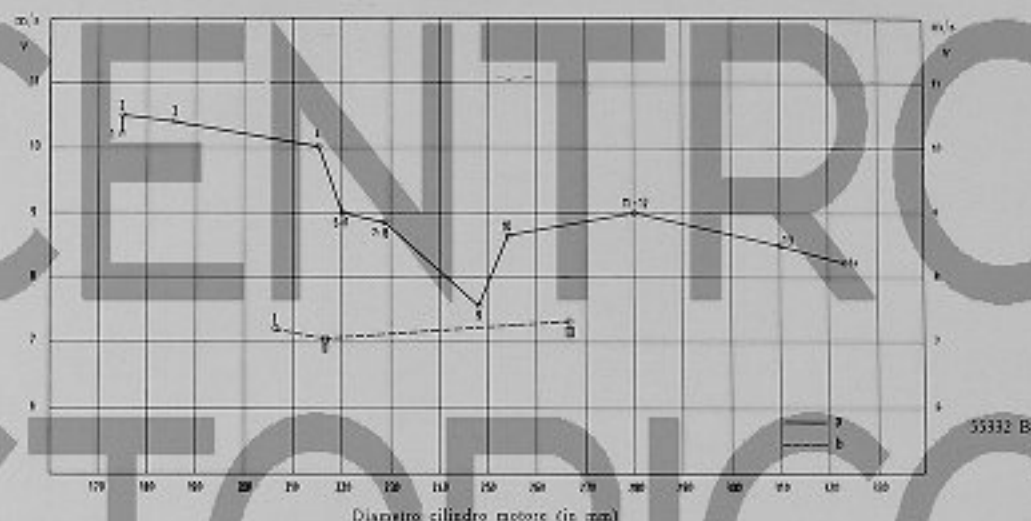
tori con diametro fra i 250 e i 300 mm. E' questa una categoria di motori più generalmente impiegata su locomotive per servizio duro e dove il peso del gruppo motore non ha eccessiva importanza: vi è quindi interesse a semplificare la costruzione, ammettendo per questo prestazioni minori.

I motori a due tempi sono bene allineati su pressioni medie effettive attorno ai $6,5 \text{ kg/cm}^2$.

b) La velocità di stantuffo (Tab. 4) è per i motori veloci sui 10 m/s , mentre si allinea abbastanza bene sui 9 m/s nei motori di maggiore diametro e più basso numero di giri.

La velocità di stantuffo nei motori a due tempi è sempre più bassa ($7 \div 7,5$ m/s), che nei motori a 4 tempi; nessun motore a due tempi ferroviario è stato costruito finora per velocità superiori agli 800 - 850 giri/min.

due tempi, si vede che in prima approssimazione il prodotto p_v non sembra molto diverso nei due cicli, valendo da 90 a 100 per i quattro tempi, e circa 45 per i due tempi; non occorre ricordare che tutti i giri sono utili



2 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsi min
I	Fairbanks Morse	Mod. 38	205	254
II	General Motors	16-567 C	216	254
III	Crosley	HST-Vee 12	267	343

4 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsi min
1	Mercedes-Benz	MB 820 B6	175	205
2	M.A.N.	L12V 17,5/21	175	210
3	Maybach	MD 690	185	200
4	Werkspoor	RUHB 215	215	260
5	FIAT	2216 SS	220	270
6	M.A.N.	V8V 22 30	220	300
7	Alco	244-16 V	229	267
8	Cosper-Bauer	FV-12 T	229	267
9	Mirless	JVST-12	248	267
10	English E.	16 SVT	254	305
11	FIAT	288 ES	280	360
12	Salzer	8 LDA 28	290	360
13	Salzer	12 LDA 31	310	390
14	Baldwin	608 SC	324	394

Tab. 4 - Motori Ferroviari a 2 e 4 tempi

DIAGRAMMA DELLA VELOCITÀ MEDIA DI STANTUFFO

a) Motori a 4 tempi

b) Motori a 2 tempi

Questo ha fatto sì che il motore a due tempi non si presenti finora nel gruppo dei motori più veloci e leggeri, che abbiamo definito di derivazione automobilistica, dove attualmente si hanno soltanto motori a quattro tempi.

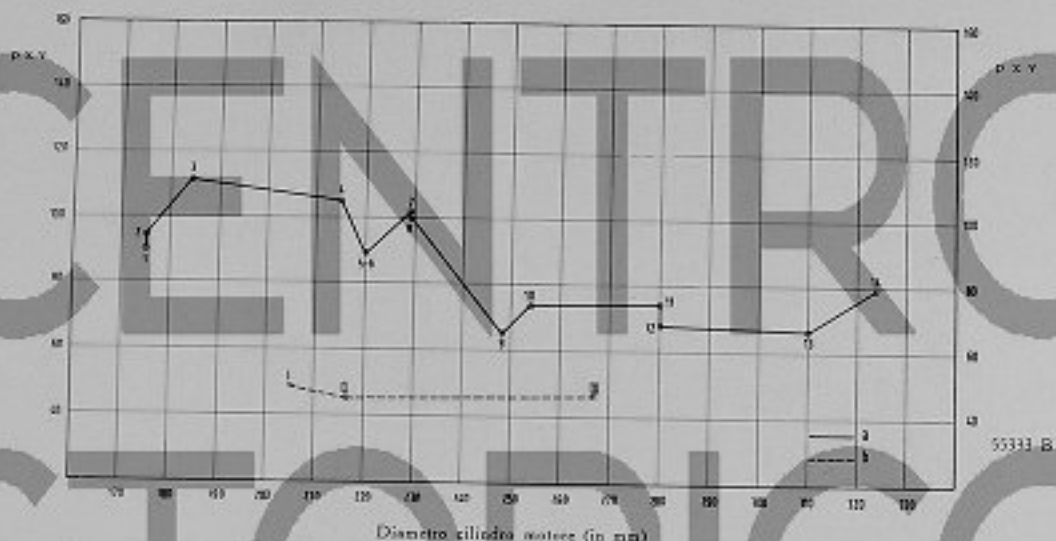
c) Confrontando (Tab. 5) il valore p_v dei motori a quattro tempi più spinti con quello dei motori a

nei motori a due tempi, mentre un solo ciclo su due giri è attivo nei motori a quattro tempi.

E' però riconosciuto che la più intensa azione di fuoco del ciclo attivo a quattro tempi, seguita da un ciclo di riposo, è più sopportabile dal motore che non le minori, ma più continue, azioni che si hanno nel ciclo a due tempi, e pertanto dovremmo in pratica considerare, nel

caso attuale, i motori a due tempi come termicamente più carichi. Questo è tanto vero che vediamo, in questi ultimi motori, stantuffi di disegno particolarmente elaborato per quanto riguarda il raffreddamento.

d) Rispetto al peso (Tab. 7) troviamo i motori a quattro tempi con pesi variabili a seconda delle dimensioni dei cilindri, da 3 a 11 kg/Cv, per costruzione e caratteristiche simili. In genere sono più leggeri



2 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
I	Fairbanks Morse	Mod. 38	206	254
II	General Motors	16-567 C	216	254
III	Crowley	HST-Vee 12	267	343

4 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
1	Mercedes-Benz	MB 820 Bb	175	205
2	M.A.N.	L12V 17,5/21	175	210
3	Maybach	MD 650	185	200
4	Werkspoor	RUHB 215	215	260
5	FIAT	2216 SS	220	270
6	M.A.N.	V8V 22/30	220	300
7	Alco	244-16 V	229	267
8	Cooper-Bessemer	FV-12 T	229	267
9	Mirlees	JVST-12	248	267
10	English E.	16 SVT	254	305
11	FIAT	288 ES	280	360
12	Sulzer	8 LDA 28	280	360
13	Sulzer	12 LDA 31	310	390
14	Baldwin	608 SC	324	394

Tab. 5 - Motori Ferroviari a 2 e 4 tempi

DIAGRAMMA DEL CARICO TERMICO
(pressione media effettiva x velocità media stantuffo)

a) Motori a 4 tempi

b) Motori a 2 tempi

Il gruppo dei motori a quattro tempi con cilindri dai 250 ai 300 mm, per le ragioni esposte sotto a), è impiegato per prestazioni complessive più basse rispetto ai motori di minori dimensioni.

In genere si nota per i quattro tempi la tendenza ad aumentare il p.v. agendo piuttosto sulla pressione media che sulla velocità di stantuffo.

i motori europei continentali rispetto a quelli inglesi ed americani.

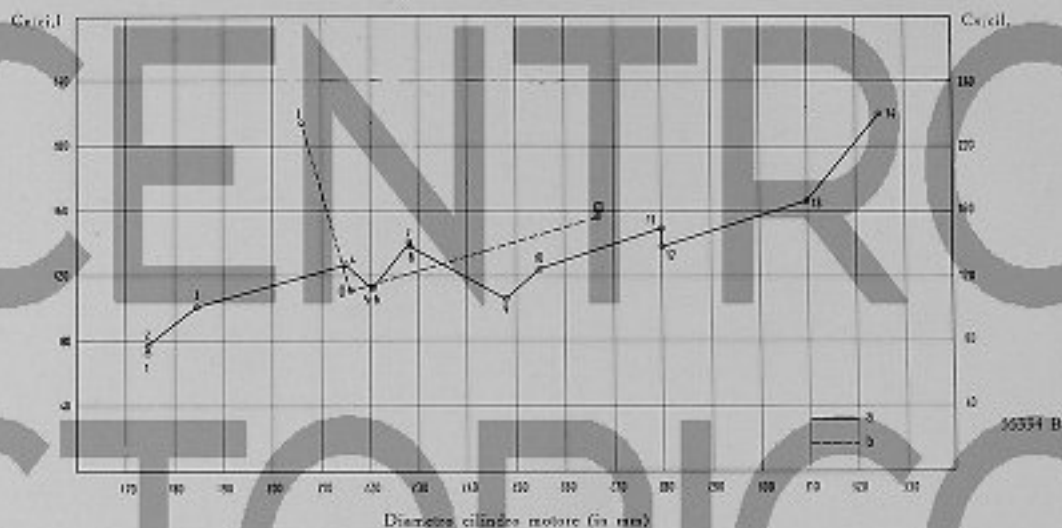
Il peso dei motori a due tempi è abbastanza bene allineato con quello dei quattro tempi della stessa nazionalità, in genere sugli 8 ÷ 9 kg/Cv.

e) Tutto sommato, la potenza unitaria (Tab. 6) sviluppata in funzione del diametro del cilindro cresce in

modo abbastanza uniforme e quasi lineare, e praticamente si sovrappongono le potenze dei cilindri a due tempi di disegno normale e quelle dei quattro tempi.

Questo è naturale conseguenza dell'aver, come detto

qualche confronto in base all'ingombro in pianta (Tab. 8) del blocco dei cilindri motori, trascurando quelle appendici o sporgenze locali che si sviluppano al di sopra della generatrice elettrica o del cambio idraulico.



2 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
I	Fairbanks-Morse	Mod. 35	205	254
II	General Motors	16-567 C	216	254
III	Cummins	HST-Vee 12	267	343

4 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
1	Mercedes-Benz	MB 820 B6	175	205
2	M.A.N.	L12V 17,5/21	175	210
3	Maybach	MD 600	185	200
4	Wegmann	RUHB 215	215	260
5	FIAT	2216 SS	230	270
6	M.A.N.	V8V 22/30	230	300
7	Alco	244-16 V	229	267
8	Cospi-Bessener	FV-12 T	229	267
9	Mitsubishi	12VST-12	248	262
10	English E.	16 SVT	254	305
11	FIAT	288 ES	280	360
12	Sulzer	6 LDA 28	280	360
13	Sulzer	12 LDA 31	310	390
14	Baldwin	600 SC	324	394

Tab. 6 - Motori Ferroviari a 2 e 4 tempi

DIAGRAMMA DELLA POTENZA CONTINUATIVA (cavalli per cilindro)

a) Motori a 4 tempi

b) Motori a 2 tempi

sotto c), per i due tipi di cilindri lo stesso carico termico, e dall'essere non molto diversa la realizzazione costruttiva. Fa eccezione il motore a due tempi a stantuffi opposti, che dà prestazioni più alte, per logica conseguenza di avere due stantuffi attivi nello stesso cilindro.

f) Per quanto non ci sia stato possibile avere dati precisi di ingombro per tutti i motori, possiamo fare

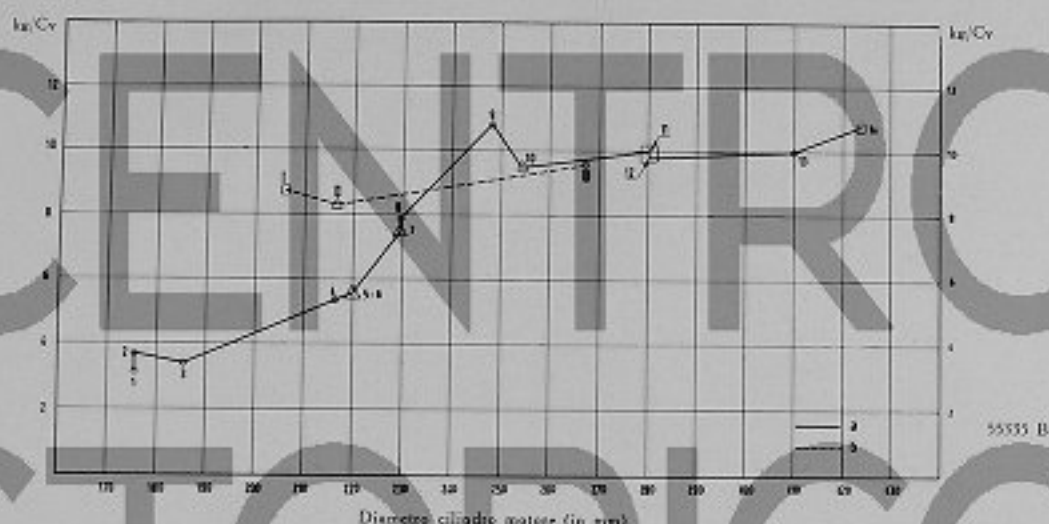
Trascuriamo l'ingombro in altezza essendo esso indifferente, ed in ogni caso limitato dalla sagoma ferroviaria.

Si ha come prevedibile un incremento dell'ingombro specifico coll'aumento dei diametri, ma anche qui, a parità di costruzione, non vi sono differenze notevoli fra motori a due tempi ed a quattro tempi.

g) Il rendimento, misurato dal consumo di combustibile, è alquanto migliore nei motori a quattro tempi, specialmente se molto sovralimentati. Si raggiungono qui consumi sui 160 g/Cv.h, mentre i migliori consumi noti

le soffianti di sovralimentazione del quattro tempi possono equivalere alle soffianti rotative del due tempi.

i) Per questo il motore a due tempi dovrebbe essere considerato, agli effetti del lavoro e del costo della ma-



2 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
I	Fairbanks Morse	Mod. 38	206	254
II	General Motors	16-367 C	286	254
III	Crossley	HST-Vee 12	267	343

4 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
1	Mercedes-Benz	MB 820 Bl.	175	203
2	M.A.N.	L12V 17.5/21	175	210
3	Maybach	MD 650	185	200
4	Wespmot	RU B 215	215	260
5	FIAT	2216 SS	220	270
6	M.A.N.	V8V 22/30	220	300
7	Alco	244-16 V	229	267
8	Cooper-Bessmer	FV-12 T	229	267
9	Mitsubishi	JVST-12	245	267
10	English E.	16 SVT	254	305
11	FIAT	283 S.S.	290	360
12	Salzer	8 LDA 28	280	360
13	Salzer	12 LDA 31	310	390
14	Baldwin	601 SC	324	394

Tab. 7 - Motori Ferroviari a 2 e 4 tempi

DIAGRAMMA DEL PESO

(chilogrammi per cavallo di potenza continua)

a) Motori a 4 tempi

b) Motori a 2 tempi

per motori a due tempi sono superiori a questi di almeno il 10 %.

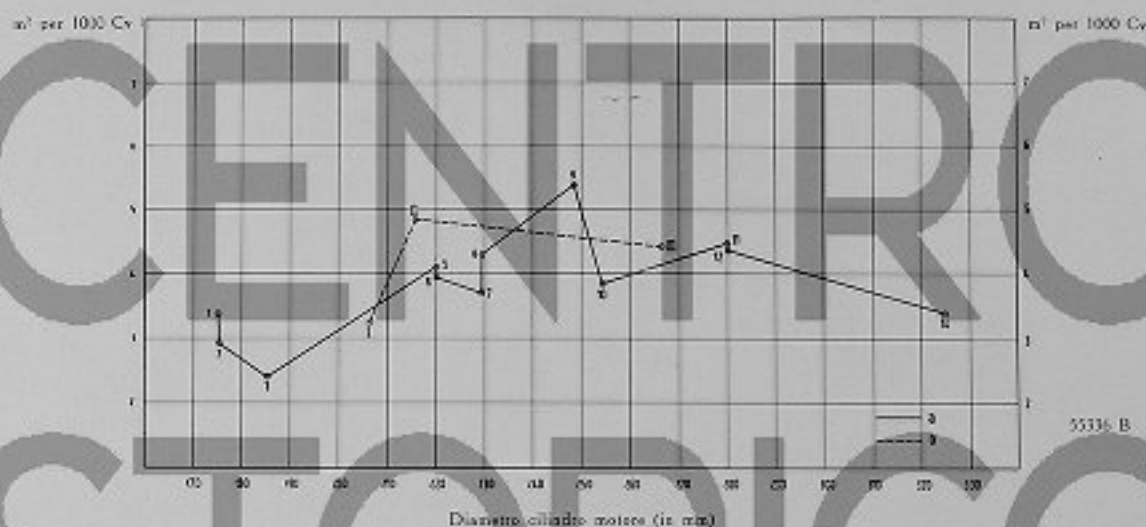
h) Dato che i più diffusi motori a due tempi hanno valvole sulla testata o sono a stantuffi opposti, ne risulta una complicazione costruttiva non inferiore a quella dei motori a quattro tempi. Considerando il normale motore a V, si ha un disegno praticamente analogo nei due casi:

nutrizione, non molto diverso da quello a quattro tempi di pari dimensioni di cilindro.

Da tutto questo si dovrebbe dedurre che, nel confronto, i motori a quattro tempi dovrebbero essere considerati migliori, non più complicati, meno sollecitati termicamente, di peso ed ingombro equivalente e con possibilità di sviluppo verso costruzioni più veloci e leggere, più

economici nel consumo di combustibile. Sta di fatto però che, in contrasto con queste deduzioni, il motore di gran lunga diffuso per queste applicazioni è invece un motore a due tempi; non sappiamo se e quali considerazioni

(1000 giri/min) e disegnato secondo l'impostazione che abbiamo prima definita industriale. Abbiamo lavorato verso le maggiori sovralimentazioni ottenendo finora, con buoni risultati in officina, pressioni medie superiori ai



2 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
I	Fairbanks Morse	Mod. 33	206	254
II	General Motors	16-567 C	216	254
III	Crossley	HST-Vee 12	267	343

4 TEMPI				
N.	Costruttore	Tipo	Diam. cil. mm	Corsa mm
1	Mercedes-Benz	MB 820 R6	175	201
2	M.A.N.	L12V 17.5/21	175	210
3	Maybach	MD 650	185	200
5	FIAT	2216 SS	220	270
6	M.A.N.	V8V 22/30	220	300
7	Alco	244-16 V	229	267
8	Cooper Bessemer	FV-12 T	229	267
9	Mitsubishi	JVST-12	248	267
10	English E.	16 SVT	254	305
11	FIAT	288 ES	280	360
12	Salzer	8 LDA 28	280	360
14	Baldwin	608 SC	324	394

Tab. 8 - Motori Ferroviari a 2 e 4 tempi

DIAGRAMMA DELL'INGOMBRO (superficie in m³ per 1000 cavalli)

a) Motori a 4 tempi

b) Motori a 2 tempi

o motivi, forse di carattere non strettamente tecnico, abbiano portato a questa situazione.

Per nostro conto, desiderando dare nel dopoguerra maggiore sviluppo alle costruzioni di motori ferroviari, abbiamo creduto opportuno continuare nella via del motore a quattro tempi, già percorsa con buoni risultati fino dal 1933, mantenendoci nel tipo a media velocità

12 kg/cm²; ciò che ci permette di qualificare finora i nostri motori per prestazioni continuative sui 10 kg/cm² senza raffreddamento intermedio dell'aria dopo la soffiante di sovralimentazione. Dati su qualche motore da noi costruito per questo uso sono riportati nelle tabelle già citate; riportiamo anche qualche disegno (Fig. 3 e 5) e fotografia (Fig. 11 e 13) che non richiedono parti-

colari commenti, trattandosi di macchine che non hanno caratteristiche costruttive o di funzionamento molto diverse dai migliori motori della loro categoria.

La preferenza manifestata coi fatti nel campo ferroviario verso il motore a quattro tempi non ci ha però

temente alta, malgrado il minor volume utile del cilindro: la compressione inizia infatti alla chiusura delle feritoie di scarico, a pressione prossima a quella atmosferica, mentre nei motori a due tempi con lavaggio unidirezionale si può riempire un maggior volume di cilindro, alla chiusura delle feritoie di lavaggio, con aria a pressione prossima a quella del lavaggio.

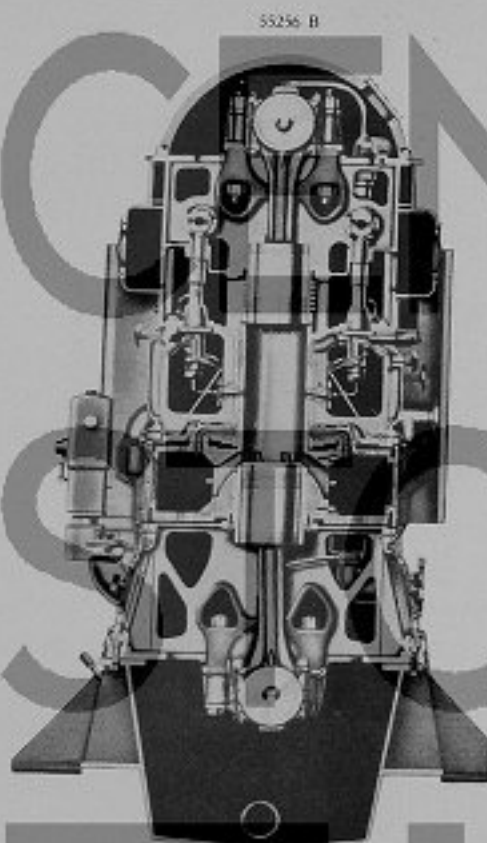


Fig. 7 - Sezione trasv. del motore FAIRBANKS-MORSE tipo 38
Diametro 206 mm - Corsa 254 mm.

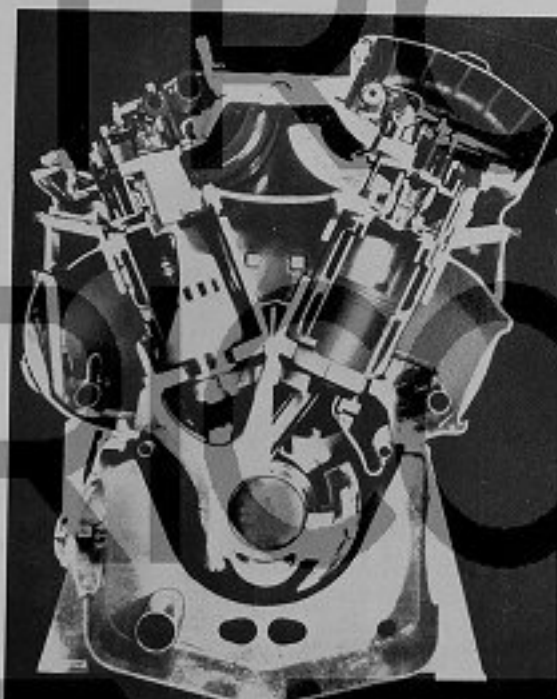


Fig. 8 - Sez. trasv. del motore GENERAL-MOTORS tipo 16-567 C
Diametro 216 mm - Corsa 254 mm.

chiuso gli occhi di fronte ai vantaggi che potrebbero aversi dalla realizzazione di motori a due tempi disegnati con formule diverse da quelle finora impiegate. Noi riteniamo che un motore a due tempi veloce costruito con lavaggio invertito - e cioè con ammissione e scarico tutto per feritoie nella parte bassa del cilindro - avrebbe una semplicità costruttiva ed un costo tali da fare una seria concorrenza ai motori attualmente sul mercato. Le difficoltà da risolvere sono quelle della efficienza del lavaggio ad alto numero di giri e forse quella della conservazione delle fasce elastiche, obbligate a correre di fronte a feritoie di lavaggio e scarico di notevoli dimensioni. Occorre inoltre raggiungere una pressione media sufficien-

Il motore Crossley, citato nella Tab. 2, è costruito secondo questo sistema di lavaggio, ma ha giri relativamente bassi e per conseguenza peso ed ingombro abbastanza alti.

Un cilindro da almeno 100 Cv, a velocità non inferiore ai 1000 giri/min, potrebbe risolvere favorevolmente il problema e per questo abbiamo avviato seri studi ed abbiamo da tempo costruito e provato un cilindro sperimentale da 200 mm di diametro.

I risultati ottenuti sono da ritenersi in prima approssimazione soddisfacenti, essendosi ottenute le prestazioni previste e desiderate; tanto che è stato già costruito ed andrà prossimamente in prova un motore completo a

8 cilindri a V, il cui ingombro e peso dovrebbero avvicinarsi, a pari potenza, a quelli dei motori a quattro tempi veloci di derivazione automobilistica. E' probabile che

Come detto sopra, il vantaggio principale di un motore a lavaggio invertito è quello di rendere possibile una costruzione estremamente semplice. Il disegno da noi

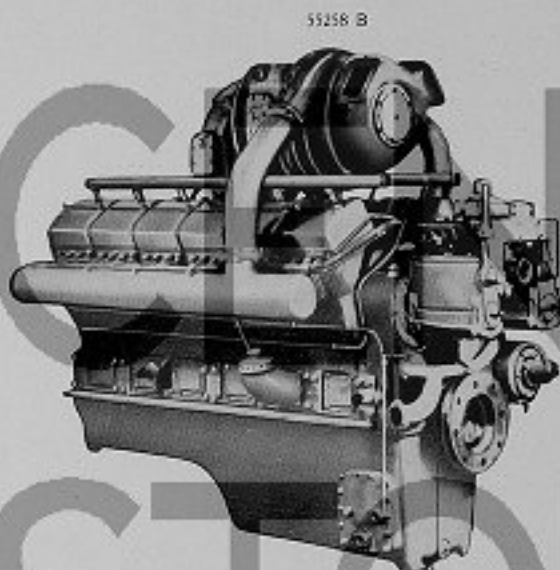


Fig. 9 - Motore MERCEDES-BENZ tipo MB 820 Bb
4 tempi con 12 cilindri a V della potenza di 870 Cv.

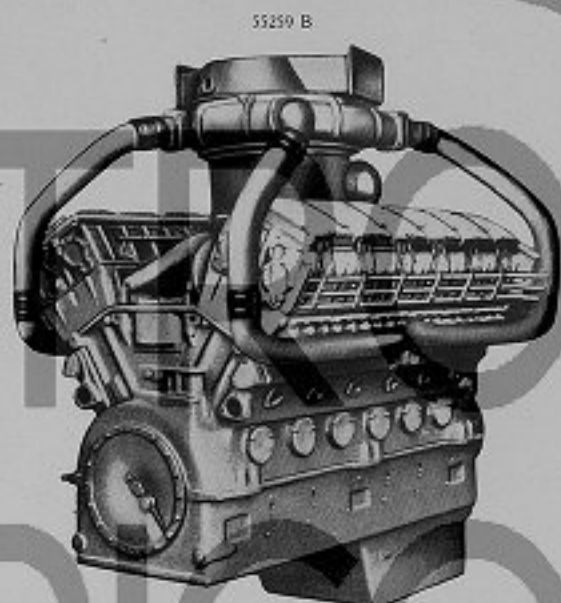


Fig. 10 - Motore MAYBACH tipo MD 650
4 tempi con 12 cilindri a V della potenza di 1200 Cv.

occorreranno tempo e fatica prima di ottenere una completa messa a punto: d'altra parte i risultati ottenuti da vari costruttori con motori di concezione analoga, ma

adottato nel caso considerato comporta l'uso di una robusta incastellatura, che serve anche da serbatoio di aria di lavaggio, su cui sono montati cilindri individuali con

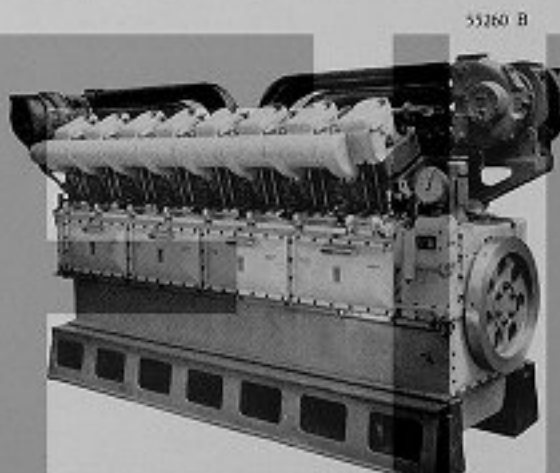


Fig. 11 - Motore FIAT tipo 2216 Bb
4 tempi con 16 cilindri a V della potenza di 1800 Cv.

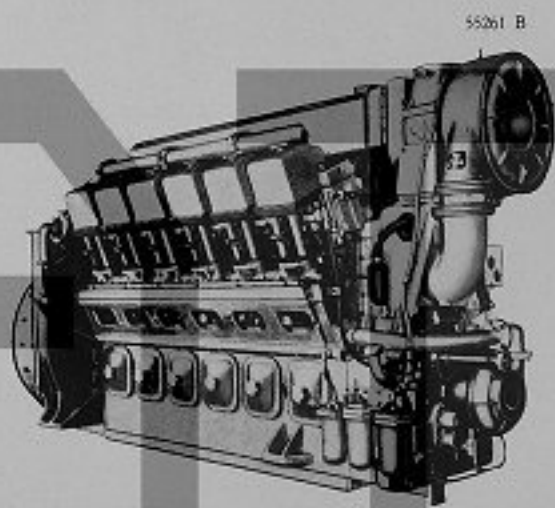


Fig. 12 - Motore ALCO tipo 244
4 tempi con 16 cilindri a V della potenza di 2250 Cv.

molto più piccoli e veloci, permettono di ritenere che alla fine anche questa costruzione potrà affiancarsi con successo a quelle oggi correnti.

testate riportate. Questo consente in pochi minuti, col solo smontaggio di quattro bulloni, di visitare lo stan-
tuffo e di fare la necessaria manutenzione; e rende sem-

plice ed agevole la eventuale pulizia delle feritoie. Con questo anche se i supposti punti deboli del motore a lavaggio invertito - conservazione delle fasce elastiche

chiamare ortodossa, ma anche seguendo una via finora meno battuta, quella del motore multiplo o poligonale a stantuffi opposti.

Si tratta della nota e vecchia idea di impiegare in

55262 B

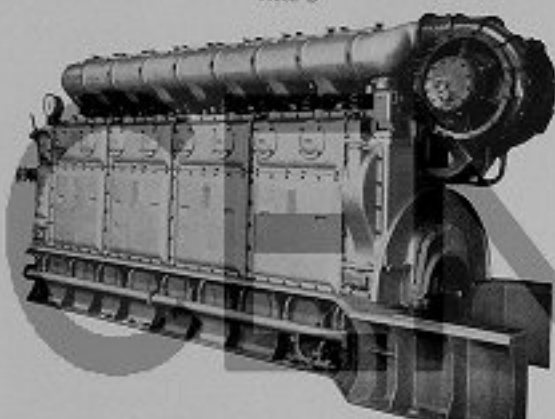


Fig. 13 - Motore FIAT tipo 288 ES

4 tempi con 8 cilindri in linea della potenza di 1200 Cv.

e sporcamento delle feritoie - non potranno essere totalmente eliminati e si richiederà una maggiore frequenza di smontaggi, vi sarà un compenso nella estrema facilità

55264 B

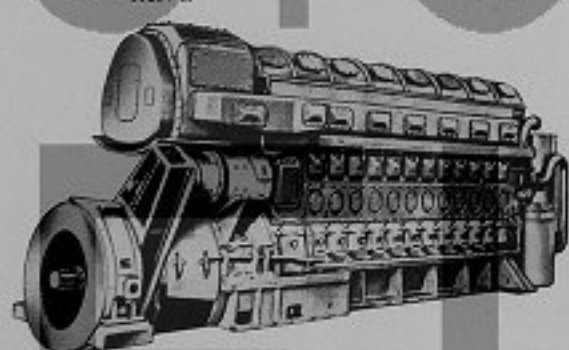


Fig. 15 - Motore FAIRBANKS - MORSE tipo 38

2 tempi con 8 cilindri contrapposti della potenza di 1720 Cv.

e rapidità degli smontaggi stessi, così da non rendere pesante e costosa la manutenzione. D'altra parte il minimo numero di parti attive costituenti il motore (mancano assi a camme, punterie, valvole, ecc.) è certamente vantaggioso agli effetti non solo del costo iniziale, ma anche di quello della manutenzione.

Abbiamo attaccato il problema del motore a due tempi veloce non soltanto con una costruzione che potremmo

55263 B

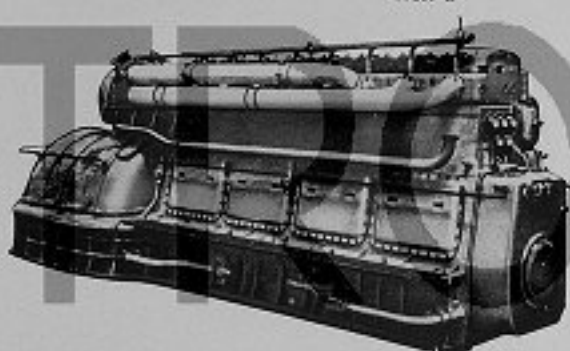


Fig. 14 - Motore SULZER tipo 8 LDA 28

4 tempi con 8 cilindri in linea della potenza di 1100 Cv.

lindri a stantuffi opposti disposti sui lati di un poligono regolare, con alberi a gomito disposti ai vertici del poligono stesso e collegati fra di loro in modo da som-

55265 B

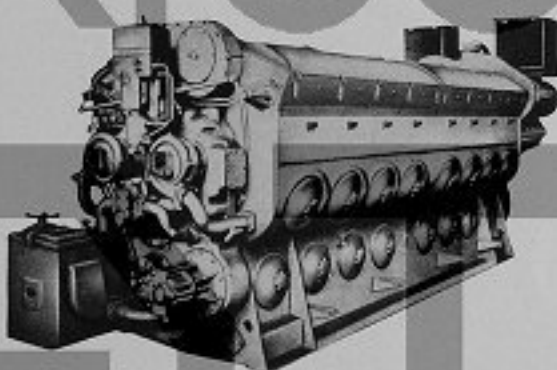


Fig. 16 - Motore GENERAL - MOTORS tipo 16-567 C

2 tempi con 16 cilindri a V della potenza di 1760 Cv.

mare le potenze singole in una sola uscita di forza. La più nota e crediamo unica realizzazione industriale di questo concetto è quella della Napier, che ha costruito un motore triangolare ad asse orizzontale, per uso di navi leggere e veloci. Questo motore, denominato Deltic appunto dalla forma della sua sezione trasversale, è stato concepito secondo criteri che potremmo chiamare aviatori: costruzione molto leggera, grandissima complicazione

specialmente di accessori; impossibilità di visite o smontaggi parziali in posto. Il tutto è aggravato dalle moderate dimensioni del motore e dalla sua particolare forma: il delta del motore è montato con un vertice in basso, cosicchè male accessibili sono anche tutte le parti esterne montate sui lati che convergono sul vertice inferiore.

cato prematuramente forse anche in conseguenza dello scarso risultato delle sue fatiche), ha servito, più che segnare una via in senso positivo, ad indicare errori o indirizzi da evitare in eventuali altre costruzioni analoghe e di questo abbiamo approfittato, avendo preso occasione, da contatti e rapporti avuti con la Società Multiplex, per

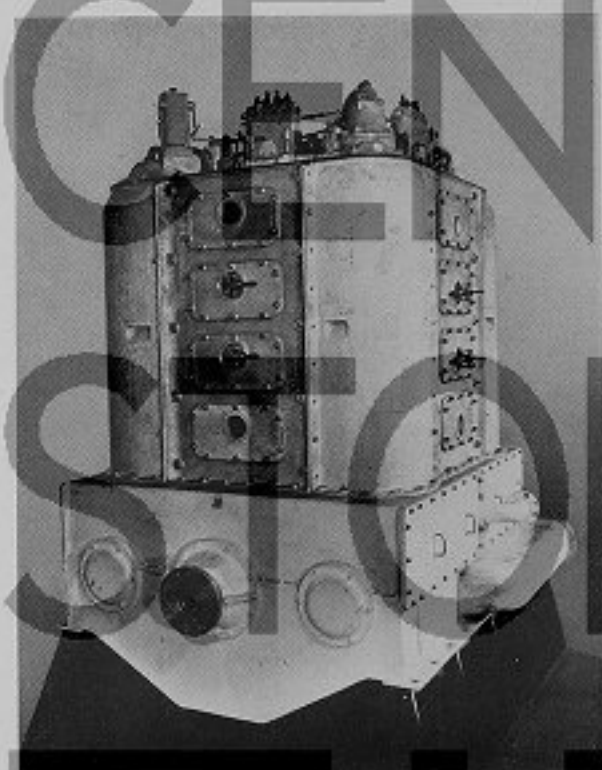


Fig. 17 - Motore FIAT tipo 15-16 MX.

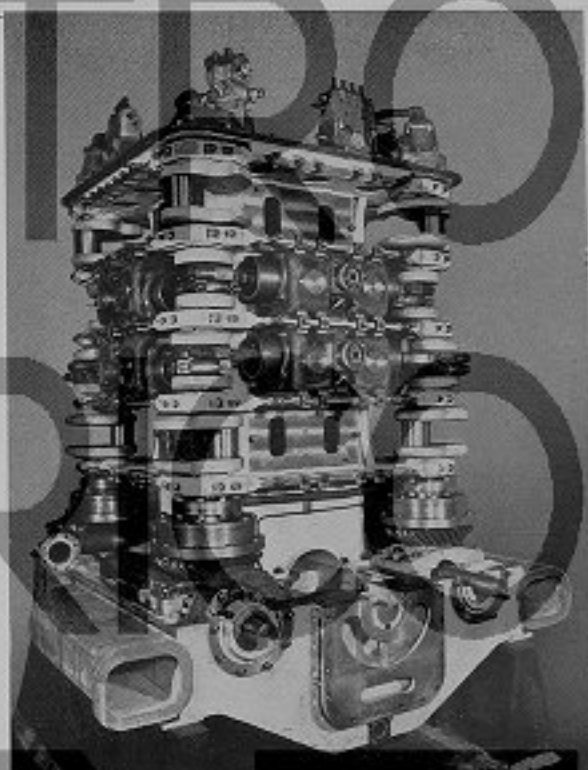


Fig. 18 - Motore FIAT tipo 15-16 MX.

Un'altra realizzazione, che però non è uscita dalla fase sperimentale, e che per ragioni non tecniche è stata abbandonata, è quella fatta in Francia dalla Società dei motori Multiplex, per opera del sig. Hamel. Egli ha progettato e costruito, combattendo con gravi difficoltà, un motore esagonale ad asse orizzontale, con 30 cilindri di piccole dimensioni ($\varnothing = 130$ mm; $e = 150$ mm), esso avrebbe dovuto dare la potenza di 2000 Cv ridotta sull'asse di uscita a 120 giri/min; esso era previsto come un prototipo per applicazioni mercantili.

Questo motore, che ha effettivamente girato, senza per altro raggiungere potenze di qualche entità, e che ha dato gravi pene ed angustie al suo ideatore (egli è man-

tentare noi stessi una realizzazione sperimentale di un motore poligonale (Fig. 17-18).

In questo studio abbiamo stabilito:

a) di costruire il motore ad asse verticale, così da avere tutte le parti del motore ugualmente in vista ed accessibili;

b) di costruire il motore su un quadrato, considerando questo il poligono più adatto: infatti il triangolo ha quasi lo stesso ingombro del quadrato, mentre poligoni superiori, salvo che costruiti con cilindri di piccole dimensioni, hanno ingombri eccessivi per molte applicazioni;

c) di prevedere il motore anzitutto per uso ferroviario ed eventualmente per applicazioni speciali in Marina Militare e Mercantile. L'impiego dell'asse verticale può consentire la costruzione di gruppi elettrogeni con

e) di compensare il gran numero di cilindri e parti collegate, di studiare ogni mezzo per rendere tutte le parti attive del motore facilmente accessibili per la necessaria manutenzione.

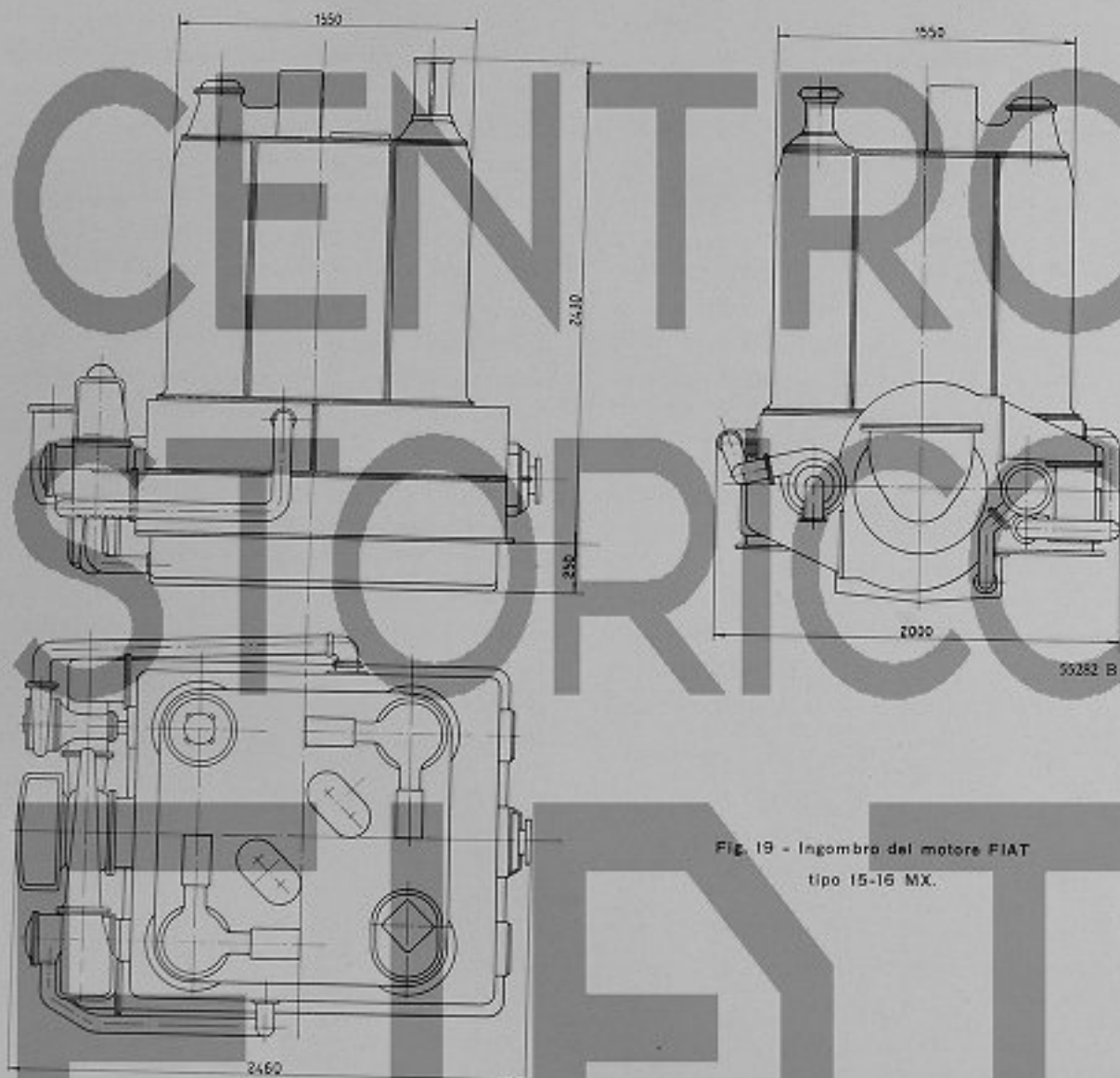


Fig. 19 - Ingombro del motore FIAT
tipo 15-16 MX.

generatore pure ad asse verticale; abbiamo però disegnato e costruito il motore con asse verticale ed uscita di potenza orizzontale per maggiore comodità di prova e per avere una maggiore latitudine nelle eventuali applicazioni;

d) di non eccedere nella leggerezza delle singole parti, dato che la formula impiegata consente di per sé un peso moderato;

In base a questi indirizzi abbiamo disegnato il motore con 4 gruppi di cilindri, di 150 mm di diametro; la corsa degli stantuffi è stata pure fissata in 150 mm, onde non eccedere nelle dimensioni del lato del poligono. I quattro alberi a quattro manovelle azionano a due a due, mediante ruote coniche spiroïdali, due alberi orizzontali disposti entro la base del motore, che a loro volta si collegano, mediante ruote cilindriche, con l'asse

di uscita, la cui velocità è stata prevista fra i 1000 ed i 1200 giri/min.

Necessità comune di tutti i motori a stantuffi opposti è quella di avere attaccati ai cilindri i collettori di ammissione d'aria e di scarico dei gas: e specialmente su un motore poligonale, in cui un solo lato del cilindro è disponibile per questo, risulta che, impiegando collettori esterni come fatto finora dagli altri costruttori, i cilindri sono praticamente nascosti e quasi sepolti sotto i collettori di lavaggio e di scarico. Abbiamo pensato di risolvere questa difficoltà disponendo i detti collettori non sull'esterno, ma all'interno del motore, utilizzando lo spazio vuoto costituito entro i quattro lati del prisma che sorregge i cilindri. Questi sono semplicemente appoggiati e fissati alle pareti del detto prisma, debitamente provviste di aperture che alimentano i cilindri di aria fresca e ne raccolgono i gas di scarico.

Tutto il gruppo costituito dal prisma-ossatura, dai cilindri e dagli alberi a gomito ha soltanto collegamenti verso l'interno del motore ed è completamente libero verso l'esterno, da cui è separato da una serie di coperture di alluminio, attraversate soltanto dai polverizzatori del combustibile che abbiamo voluto tenere esterni.

L'aria di lavaggio è data da una soffiante centrifuga azionata mediante moltiplicatore dagli alberi orizzontali sul basamento.

Il risultato di questo lavoro è la macchina rappresentata nella foto allegata (figg. 17-18), e che dovrebbe dare potenza compresa fra i 1400 e i 1500 Cv. Se questa potenza sarà effettivamente raggiunta, essa potrà far figurare favorevolmente questo motore in confronto anche a quelli più spinti e veloci oggi esistenti, sia come ingombro e peso, sia come costo e facilità di manutenzione. Il motore così come ora costruito pesa infatti 7000 kg e l'ingombro è dato dalla figura 19: e particolarmente attraente si presenta la sistemazione su una locomotiva a trasmissione elettrica di un gruppo totalmente ad asse verticale. Ma anche montando il motore come oggi costruito, si ha vantaggio di ingombro e di peso rispetto ai motori attuali a media velocità. E di fronte ai motori veloci di derivazione autocamionistica si potrà avere il vantaggio di una macchina meno delicata, più accessibile e che consente una manutenzione continua delle parti attive.

Per ragioni non tecniche, ma derivanti dal carico di lavoro dei nostri reparti sperimentali su macchine considerate più urgenti, le prove di questo motore hanno subito un notevole ritardo, cosicché all'atto della consegna di questa memoria non disponiamo che di risultati parziali, per quanto incoraggianti, essendosi avute prestazioni abbastanza vicine a quelle previste e pure essendosi individuate le possibilità di notevoli ulteriori miglioramenti.

Dott. Ing. ROBERTO DE PIERI

VENTI ANNI DI ESPERIENZA PRATICA RELATIVA AL FUNZIONAMENTO DEI MOTORI A DUE TEMPI A DOPPIO EFFETTO DI GRANDE POTENZA, CON PARTICOLARE RIGUARDO AI MOTORI PRINCIPALI DELLA M/N "VULCANIA",^(*)

— È mio desiderio indirizzare questo esame soprattutto nei riguardi del comportamento pratico di quegli elementi che sono caratteristici del motore a 2 tempi a doppio effetto e di riferire con la massima obiettività ed esattezza, facilitato in questo ultimo intento dal fatto che, nei riguardi proprio dei motori principali della M/n «Vulcania» (Figg. 1 e 2), mi sono occupato a suo tempo delle prove al banco ed in mare e successivamente, sino ad oggi, della loro manutenzione, cosicchè tutti i dati, i rilievi, i provvedimenti presi sono di prima mano.

— Soggiungo subito che il comportamento dei motori della M/n «Vulcania», che a giugno del 1954 avevano superato le 75000 ore di moto, è stato particolarmente seguito, non solo perchè essi rappresentano i primi motori a doppio effetto costruiti dalla FIAT (e per giunta della massima mole) e perchè noi stessi ne abbiamo sempre curata a forfait la manutenzione, ma per il motivo che tali motori hanno costituito e costituiscono tuttora una fonte ideale di dati sicuri e ripetibili, stante la regolarità del servizio di linea della nave e la costanza delle prestazioni, delle qualità medie del personale, dei rifornimenti, delle soste e dei lavori.

— Come già accennato, ai due motori della «Vulcania» hanno fatto seguito oltre 90 motori FIAT a doppio effetto dei diametri di 640, 650, 680 e 750 mm, sviluppati secondo concetti costruttivi analoghi e di conseguenza, richiamandoci ad essi, potremo tanto convalidare l'esperienza ricavata dalla «Vulcania», quanto illustrare un poco la nostra evoluzione costruttiva in questa categoria di motori.

— I motori a due tempi a doppio effetto differiscono da quelli a semplice effetto fondamentalmente nei seguenti elementi costruttivi:

a) Nel manovellismo motore, di dimensioni maggiori e con elementi soggetti alternativamente a sforzi di trazione e di compressione.

— Le maggiori dimensioni del manovellismo portano, come naturale conseguenza, ad un sensibile irrobustimento dell'incastellatura ed in particolare del basamento.

b) Nei cilindri motori, anche essi di dimensioni maggiori e di struttura un poco più complessa.

c) Nelle camicie cilindro che, oltre ad essere più lunghe, richiedono di essere suddivise in due parti liberamente dilatili verso il centro.

(*) Questa memoria fu presentata nel "Colloque" tenuto nel maggio 1955 all'Aja del Congresso Internazionale dei Motori a Combustione Interna.

d) Negli stantuffi motori, più lunghi e più pesanti in quanto muniti di due testate, e nelle relative aste, soggette a sforzi alternativi di trazione e di compressione e per di più investite, nella loro parte alta, dalla fiamma entro la camera di combustione dell'effetto inferiore.

e) Per la presenza infine delle testate cilindro inferiori, dei relativi pressatrecce di tenuta gas, nonché dei dispositivi di iniezione degli effetti inferiori.

Sul comportamento di questi elementi noi concentreremo la nostra attenzione in modo particolare e cercheremo pure di vederne i successivi perfezionamenti.

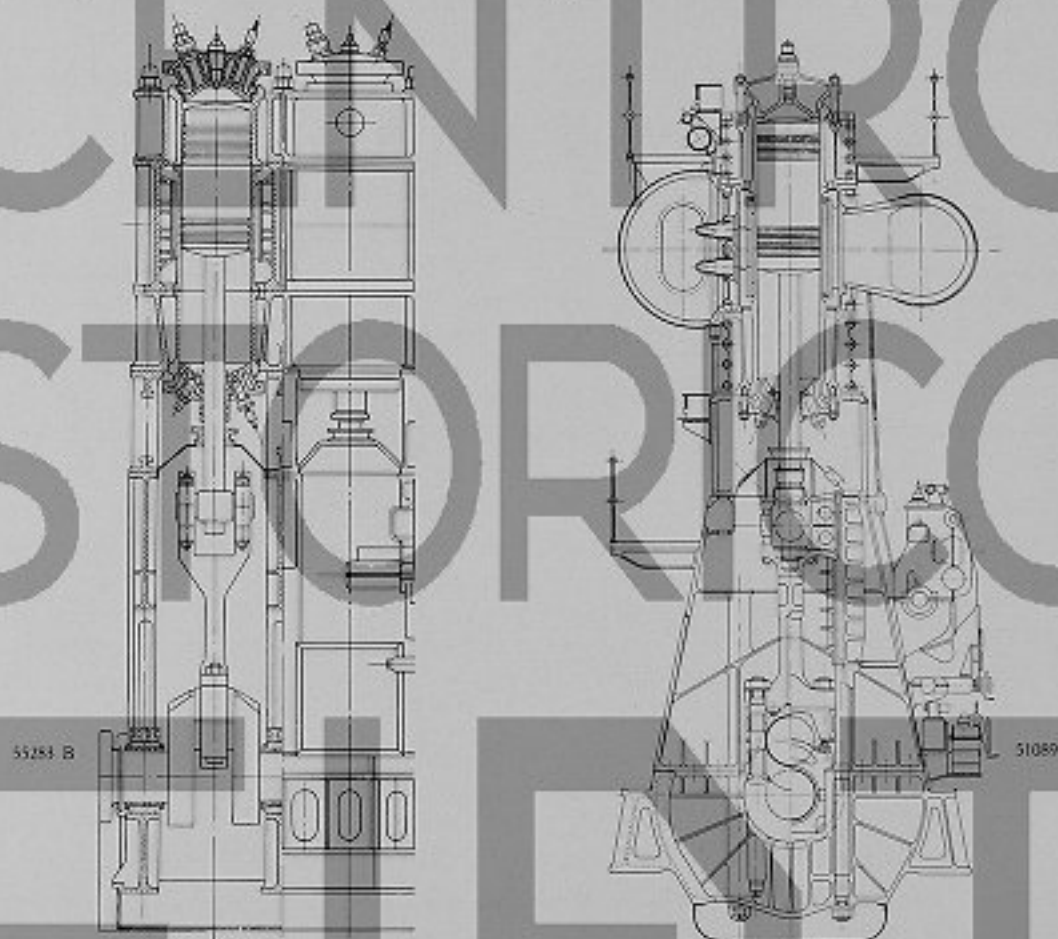


Fig. 1 - Sezioni trasversale e longitudinale del motore FIAT DL 7510 della M/n "Vulcania".

1) **Incastellatura** (Materiale: ghisa meccanica di buona qualità. Nessun trattamento di ricottura e stabilizzazione).

L'incastellatura, cioè il basamento ed il gruppo dei montanti di sostegno dei cilindri, pur essendo di disegno ortodosso e del tutto equivalente a quello dei motori a semplice effetto di pari età e diametro, ha delle dimen-

sioni da costituire, ancora oggi, il massimo limite da noi raggiunto. (Peso del basamento circa 105 t; peso del gruppo montanti circa 90 t) (Fig. 3).

Secondo una consuetudine allora abbastanza estesa, le sedi inferiori dei cuscinetti di banco erano del tipo con falsa ralla, ripiego costruttivo che permetteva di ricavare tali sedi con la semplice lavorazione di pialla e di correggere mediante spessori eventuali difetti di alli-

neamento (in altezza). La falsa ralla implica naturalmente la presenza di un grosso vano rettangolare al centro di

ciascuna traversa del basamento e crea un indebolimento locale che dà luogo ad una deformazione elastica, parti-

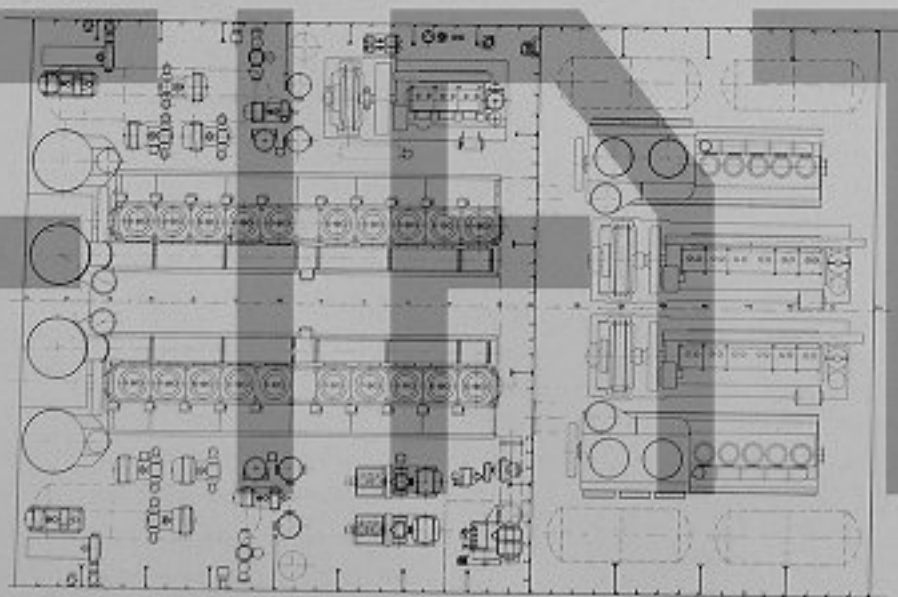
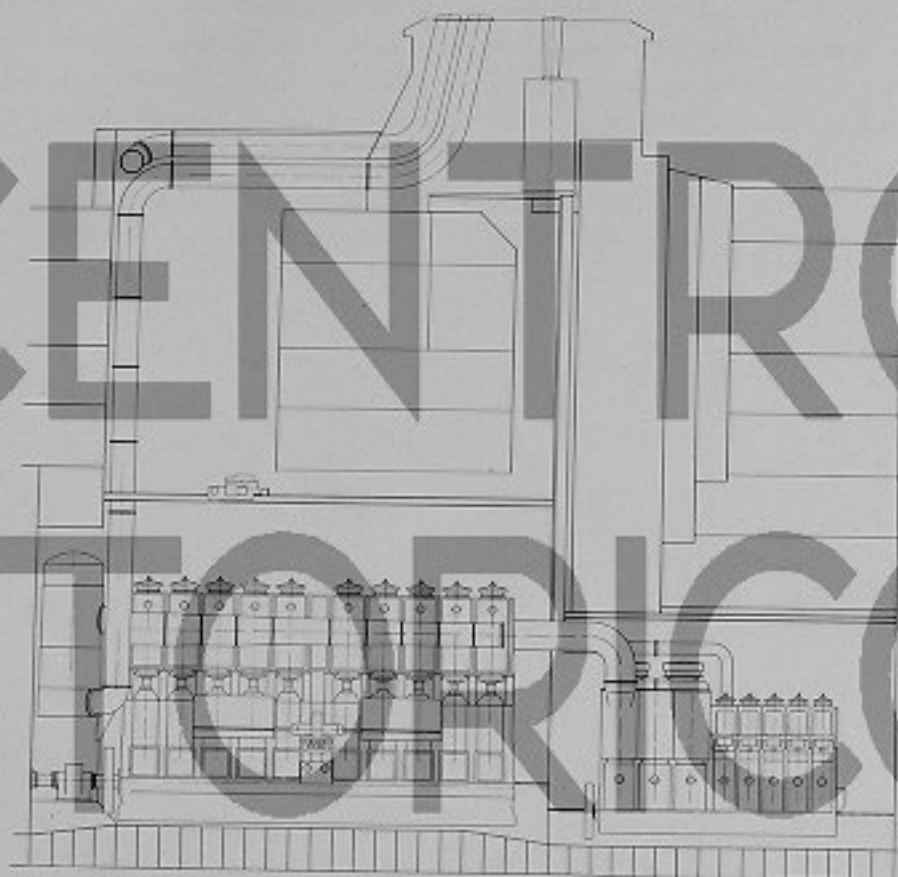


Fig. 2 - Sistemazione del locale macchine della Min. "Vulcania", dopo la sostituzione dei motori BURMEISTER & WAIN - C. R. D. A. con motori FIAT.

colarmente sensibile nel caso dei motori a doppio effetto, nei quali le traverse lavorano alternativamente verso l'alto e verso il basso.

Queste deformazioni, abbastanza grandi in senso assoluto, date le dimensioni in gioco, (circa $\pm 0,5$ mm in senso verticale e $\pm 0,25 \div 0,30$ mm in senso orizzontale, in corrispondenza dell'imposta del cappello), rappresentarono all'atto delle prove al banco una ingrata sorpresa e crearono non poca apprensione, anche perché queste deformazioni elastiche, indubbiamente esistenti seppure

Si provvide poi a ridurre l'ampiezza delle deformazioni, anche allo scopo di evitare un'eccessiva libertà trasversale dei cuscinetti di banco, predeformando la traversa mediante l'interposizione di appositi spessori inclinati tra le zampe del basamento e quelle dei montanti (Fig. 5): una sistemazione ovviamente di ripiego, ma che non ha dato luogo a nessun disturbo e che cito in quanto può rappresentare un sistema idoneo per esempio a ridurre, in casi analoghi, quei certi movimenti di leggera trepidazione che danno luogo spesso ad

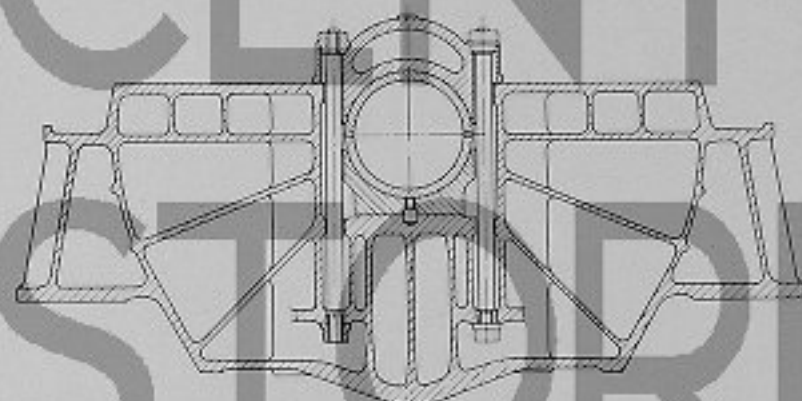
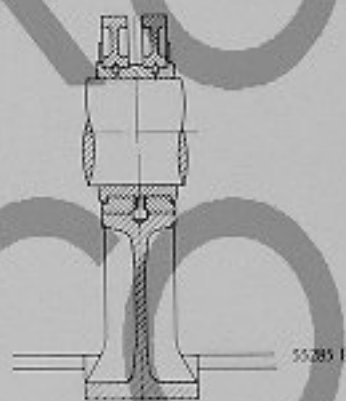


Fig. 3 - Basamento motore DL 7510 M.n. "Vulcania". - Sezione trasversale (con cuscinetto di banco trasversale).



in misura minore nei motori a semplice effetto, erano passate fino ad allora del tutto inosservate.

Si provvide subito, con i mediocri mezzi di indagine allora usufruibili, a misurare le deformazioni e le sollecitazioni sia su queste grosse traverse sia su quelle di altri basamenti di dimensioni non molto differenti e già in esercizio da anni, ricavando in definitiva, dal confronto, degli elementi abbastanza tranquillizzanti. (Nota n. 1).

Nota n. 1 - Misure di questo genere vennero eseguite in seguito ed anche di recente, mediante estensimetri di precisione e strisce estensimetriche, su numerosi basamenti di medie e grandi dimensioni di tipo recente e notevolmente più rigidi, giungendo alla curiosa constatazione che le sollecitazioni in corrispondenza della zona centrale dell'ala inferiore, che dovrebbero essere le massime, sono invece molto inferiori ai valori calcolati (Fig. 4).

L'esame della distribuzione delle tensioni dimostra che questo risultato, quasi paradossale, è dovuto all'effetto forma, che distribuisce le linee di forza in modo del tutto differente da quanto si possa pensare attraverso le solite ipotesi semplificative di calcolo.

alterazioni ed ossidazioni delle superfici a contatto. Tornando ai basamenti della « Vulcania », è certo che essi non hanno mai dato luogo, in esercizio, ad inconvenienti di sorta: è vero che poggiano su una struttura di fondazione robustissima, ma è altrettanto vero che sono stati soggetti a sollecitazioni di gran lunga superiori al previsto in seguito alle fortunate vicende della navigazione bellica.

A causa della presunta scarsa rigidità trasversale questo tipo di basamento, con cuscinetti di banco muniti di falsa ralla, fu radicalmente modificato nei motori successivi a semplice ed a doppio effetto, adottando traverse più alte e di maggior spessore e sedi dei cuscinetti inferiori di banco cilindriche, cioè senza falsa ralla (Fig. 6). Tali sedi furono ricavate fino a qualche anno fa mediante apposita alesatrice, mentre da circa due anni esse vengono lavorate mediante la stessa grande fresa pialla che eseguisce la finitura, in un blocco solo, di tutto il basamento per quanto grande possa essere (Fig. 7).

Questo procedimento ha permesso di aumentare grandemente la precisione di lavorazione (tolleranza massima del piano superiore del basamento di accoppiamento al gruppo dei montanti e della linea dei cuscinetti di banco: $\pm 0,07$ mm su una lunghezza di 17 m; tolleranza massima sul diametro delle sedi dei cuscinetti: 0,05 mm su 500 mm di diametro) creando così le

casi di rottura, che si verificarono in corrispondenza della zona filettata centrale, erano palesemente dovuti a fatica in presenza di agente corrosivo (perdite di acqua dai rispettivi cilindri).

Nessuna rottura o allentamento dei bulloni di fondazione e di quelli di collegamento tra i vari elementi dell'incastellatura, sebbene quest'ultima bulloneria fosse an-

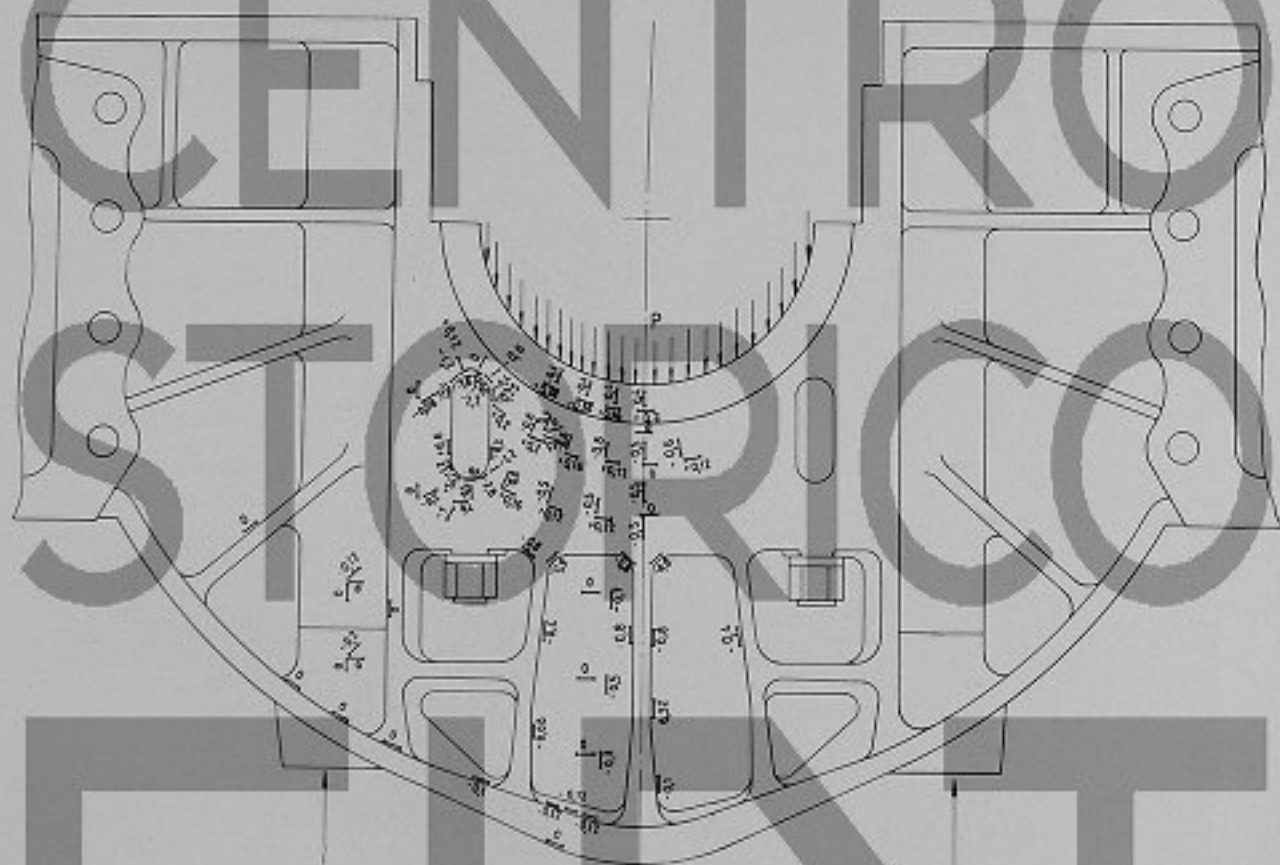


Fig. 4 - Sollecitazioni nel traversone di un basamento moderno di un motore a doppio effetto.

55286 B

premesse indispensabili per un montaggio ed un allineamento veramente preciso e sicuro dei grossi alberi a manovella.

L'incastellatura ed il gruppo dei cilindri sono chiusi dalla solita serie di grossi tiranti verticali di acciaio, divisi in due tronchi per ragioni di ingombro, ma di disegno, di dimensioni e con tensioni di chiusura iniziali corrispondenti a quelle dei motori a semplice effetto. Tali tiranti non hanno dato noie di sorta e gli unici due

cora corta, rigida e senza raccordi, secondo la pratica allora corrente.

- 2) **Alberi a manovelle** (Materiale: acciaio fucinato. Peso circa 88 t senza tronco reggispira, Ditta costruttrice: SIAC - Genova).

Gli alberi a manovelle, divisi in due tronchi uguali di 5 manovelle ciascuno, sono del tipo semicomposto, con

colli a C e perni di acciaio lucinato. Essi rappresentarono, all'epoca della costruzione, uno dei problemi più scabrosi, non tanto per la lucinatura dei grossi colli

ranze richieste, sproporzionati al macchinario allora disponibile.

Secondo la tecnica di venti anni fa il grado di forzatura dei perni era piuttosto moderato (interferenza pari all'1‰) e ciascun perno era bloccato anche con due chavettoni cilindrici infissi per una profondità pari a circa $\frac{1}{3}$ dello spessore delle maschette.

Tutte le superfici erano finite con lavorazione sufficientemente liscia, ma i raggi delle raccordature erano minori degli attuali e le superfici dei perni e dei raccordi non erano rullate. Non vi erano, già in origine, lorrature od intagli di nessun genere per il passaggio dell'olio.

L'allineamento di questi alberi diede luogo a parecchie perplessità e ad un discreto lavoro di aggiustaggio a mano, a causa delle già accennate imprecisioni di lavorazione sia dei basamenti, sia degli alberi. Però, contrariamente a quanto si temeva, non si sono avute, nemmeno nelle prime prove, riscaldi o trasporti di metallo e nel successivo esercizio il comportamento è stato assolutamente perfetto: ancor oggi la quasi totalità dei cuscinetti di banco ha ancora il metallo bianco di origine, e tanto il consumo del metallo bianco quanto quello dei perni è insignificante.

A questo buon risultato ha indubbiamente contribuito il largo dimensionamento dei cuscinetti, stante il grande interasse tra cilindro e cilindro di questi vecchi motori.

Nei motori successivi, dove tale interasse è stato via via ridotto, l'equilibrio nelle sollecitazioni e quindi nella

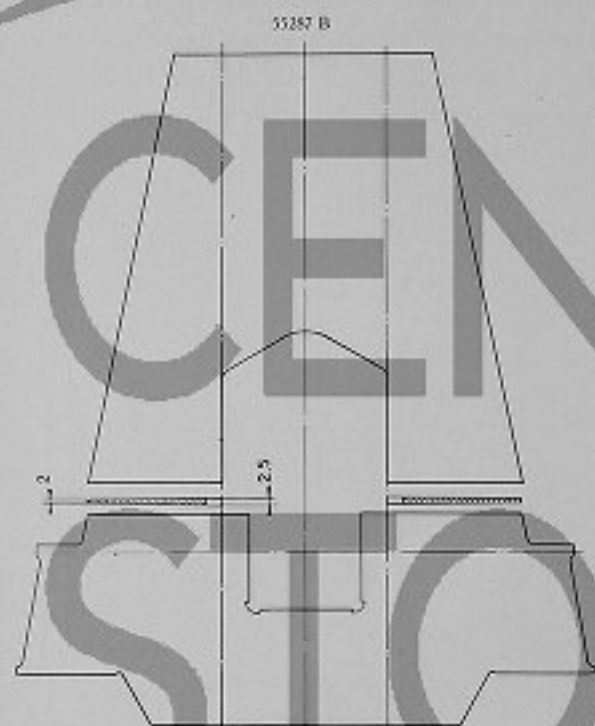


Fig. 5 - Schema di come è stata predeformata l'incastellatura dei motori della M.n. "Vulcania", per ridurre la deformazione elastica delle traverse del basamento.

a C e per il loro montaggio a caldo, quanto per le dimensioni ed il peso dell'albero completo e per le tolle-

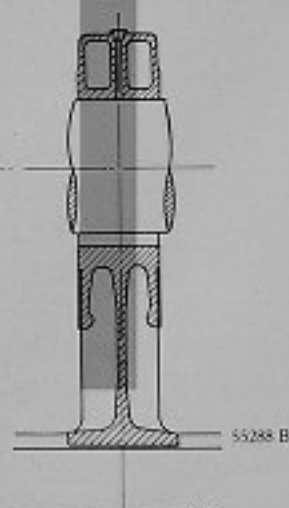
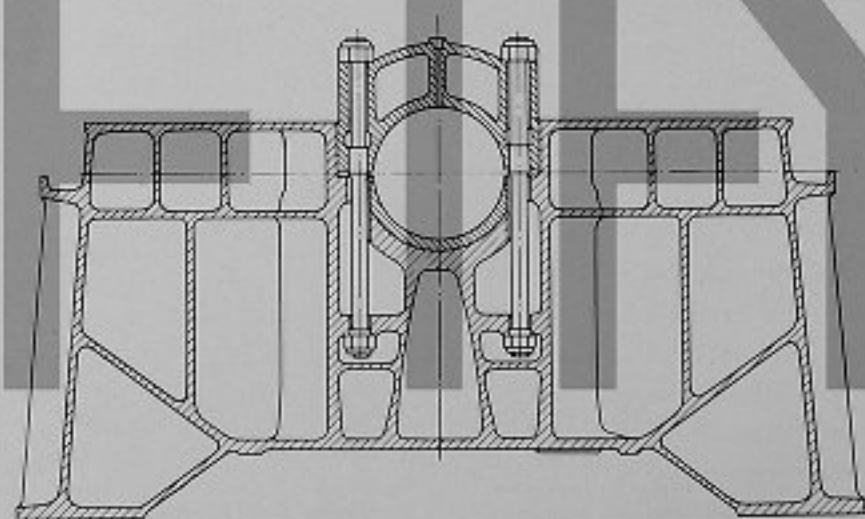


Fig. 6 - Basamento di un motore 758 D. - Sezione trasversale (con cuscinetto di banco completo).

durata dei cuscinetti è stato ristabilito dalle maggiori dimensioni dei perni, dalla maggior precisione di lavorazione e quindi dalla maggior ampiezza e regolarità delle zone di contatto ed infine dal sensibile incremento nella resistenza a fatica dello strato di metallo bianco per el-

1946, in occasione della riclassifica della Nave per la ripresa del servizio di linea, alla sostituzione del tronco poppiero di manovella del motore destro, causa una serie di leggere incrinature sul collo di manovella del cilindro n. 2 (da poppa).

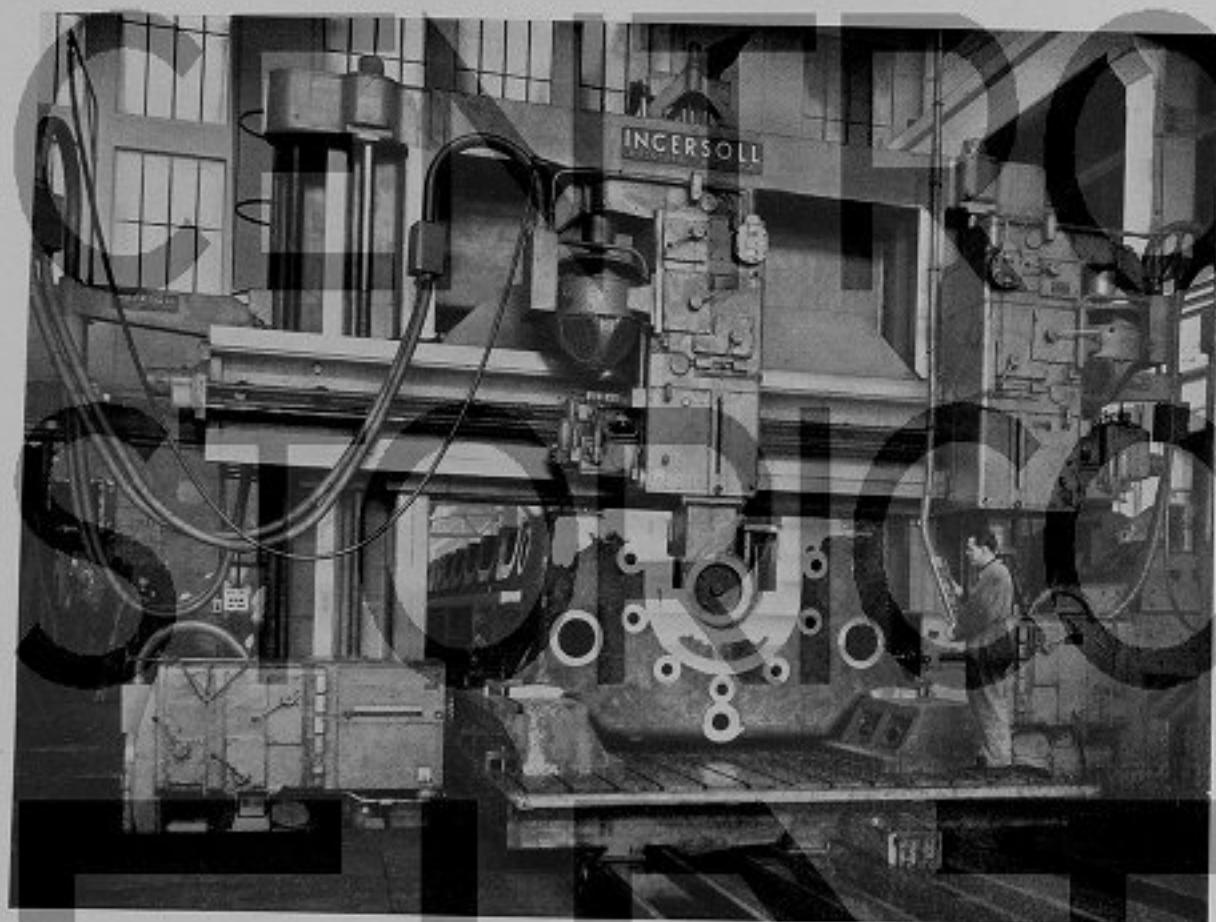


Fig. 7 - Lavorazione delle sedi dei cuscinetti di banco mediante fresa pialla.

Il basamento in lavorazione, che è relativo ad un motore a 9 cilindri, semplice effetto, $\varnothing$ 750, ha una lunghezza di 16,5 m ed un peso di 80 t.

55289 B

fetto di un più razionale dimensionamento e di una miglior applicazione.

Il comportamento meccanico degli alberi, ad onta dello scarso forzamento dei perni e delle grosse chiavette, ad onta soprattutto degli strapazzi della navigazione bellica e di due eccezionali fortunali sostenuti in Atlantico, è stato ottimo.

Solo per motivi di prudenza, ed approfittando della disponibilità di un tronco di riserva, si procedette nel

Sezionato il collo si vide che queste discontinuità erano limitate ad una zona superficiale, ed erano palesemente dovute a difetto di origine, così lieve del resto, da essere per oltre 10 anni sfuggito a tutte le più accurate ispezioni. Gli altri colli e perni erano perfetti, cosicché l'albero è stato riparato ed è tuttora pronto di riserva.

L'ottimo comportamento di questi due grossi alberi, e di tutti quelli degli altri motori a doppio effetto di

grandi dimensioni da noi costruiti successivamente, è la miglior prova che alberi di questo genere, se ben costruiti, se privi di sollecitazioni torsionali pericolose, se mantenuti allineati con quella ragionevole cura che è necessaria, offrono una garanzia praticamente assoluta.

anni, senza aver mai, sinora, riscontrato lesioni ed aver dovuto, di conseguenza, procedere a sostituzioni di sorta.

Per questo motivo ci è sembrato del tutto inutile sia su questo motore, che nei successivi, di procedere, come è stato spesso suggerito, alla ripetizione dei trattamenti

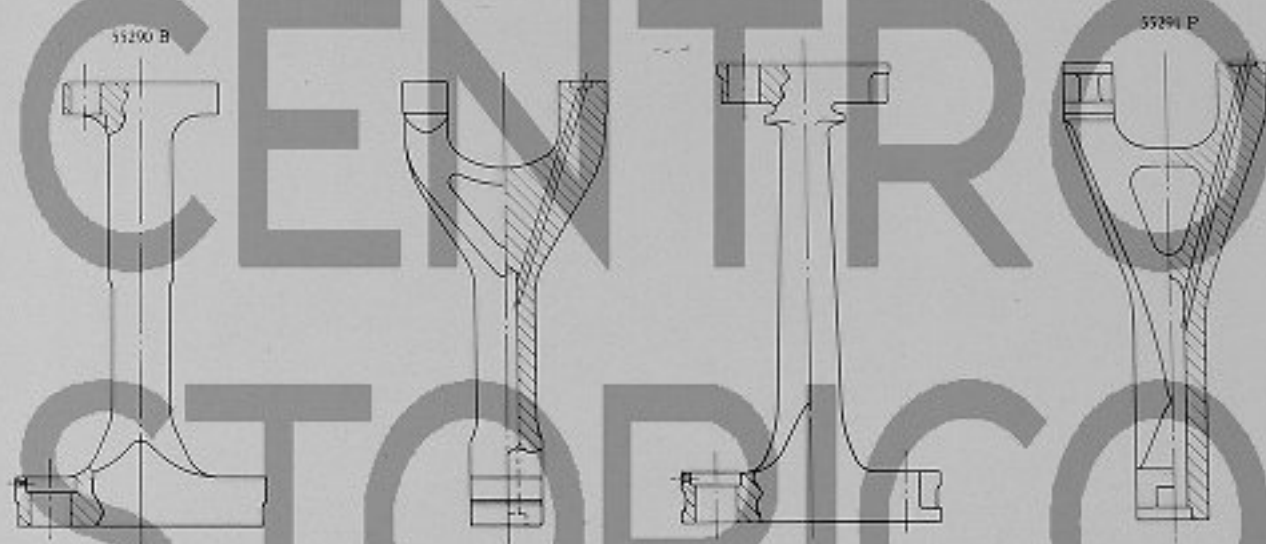


Fig. 8 - 8 A - Bielle del motore DL 7510 Min "Vulcania", e biella di un motore a doppio effetto recente dello stesso diametro. Osservare in generale la maggior estensione dei raccordi ed in particolare la eliminazione delle lamiature in corrispondenza dei piani di appoggio dei bulloni di piede di biella.

3) **Biellismo** (Bielle, cuscinetti di testa e di piede, perno di testa-croce. Materiale: acciaio a basso tenore di carbonio, fucinato e normalizzato. - Pattino di testa croce. Materiale: acciaio luso. - Bulloneria. Materiale: acciaio a basso tenore di carbonio, normalizzato).

Sono organi equivalenti, come disposizione e disegno, a quelli degli analoghi motori a semplice effetto, ma assai più robusti e assai meglio raccordati: il problema anzi dei raccordi, della finitura delle superfici e della eliminazione di eventuali zone di concentrazione di sforzi è stato l'unico che abbia successivamente influito un poco sul disegno del biellismo, come si può vedere dalla Fig. 8-8 A.

Altrettanto robusta, ben lisciata e ben raccordata è la bulloneria dei cuscinetti di testa e di piede di biella che, essendo soggetta a sforzi alterni, viene mantenuta sotto controllo magnetico. Esso si effettua in occasione delle normali visite ai cuscinetti, in media una volta ogni due

termici su tali bulloni, che sono ancora tutti di origine, salvo i pochissimi sostituiti per guasti nei filetti, provocati da urti o da ingranature durante i lavori di manutenzione.

Il buon comportamento di tutta questa bulloneria di forza è dovuto, a nostro parere, sia alla scelta accurata del materiale in partenza, sia al disegno di tipo moderno, con raccordi ampi, dadi elastici e filettatura rullata, sia alla accuratezza della lavorazione, in particolar modo dei piani di appoggio, piani che abbiamo cura di controllare spesso e di ripassare qualora il contatto risulti incompleto.

Il dispositivo di sicurezza allo svitamento dei dadi, di tipo classico (Fig. 9), ha sempre funzionato bene qui e nei motori successivi, salvo in 4 ± 5 casi (su circa 4000 bulloni in esercizio), dove il dado fu però trattenuto dal coppiglione di sicurezza ed i motori poterono di conseguenza essere fermati subito senza danni di sorta.

Nessun inconveniente particolare nei cuscinetti di testa biella e nei pattini di testa croce, organi che si comportano in modo del tutto analogo a quello dei motori a semplice effetto ed il cui metallo bianco è ancor oggi quello di origine in quasi tutti i cuscinetti. Si è anzi osservata una durata nettamente superiore del metallo bianco dei cuscinetti di piede di biella, sia per il loro maggior dimensionamento rispetto ai corrispondenti motori a semplice effetto, sia per il miglior modo con cui si effettua la lubrificazione, stante l'alternanza del carico sui due mezzi cuscinetti superiori ed inferiori.

Absolutamente perfetto il comportamento di tutti i perni di banco, di manovella, di piede di biella, le cui superfici si mantengono lucide e con consumi insignificanti, tuttora al di sotto di $0,1 \div 0,2$ mm.

Riteniamo che simile risultato sia dovuto soprattutto alla perfetta conservazione dell'olio di lubrificazione generale e raffreddamento stantuffi, olio che si mantiene esente da acidità per due motivi: primo perchè non può venire inquinato da morchie provenienti dai cilindri; secondo perchè il sistema di raffreddamento degli stantuffi è così efficace da evitare sopraelevazioni di temperatura e conseguenti fenomeni di invecchiamento.

4) Cilindri (Materiale: ghisa ed acciaio fuso).

In analogia ai motori a semplice effetto di pari età, il cilindro è a struttura composta, essendo formato da un grosso corpo centrale, di ghisa, entro cui sono praticati i condotti di lavaggio e di scarico, e da due piastroni terminali, uno sopra ed uno sotto, di acciaio fuso. Tali piastroni, che hanno fondamentalmente lo scopo di aumentare la solidità delle zone ove sono fissati i prigionieri di chiusura delle testate cilindro e dove poggiano i tiranti verticali dell'incastellatura, sono collegati trasversalmente fra di loro, in modo che i cilindri vengono a formare un unico blocco (Fig. 10-10 A).

Simile tipo di cilindro composto, solidissimo agli effetti statici e dinamici, nelle successive costruzioni a semplice ed a doppio effetto, è stato abbandonato essenzialmente perchè, alla lunga, si verificavano delle perdite di acqua in corrispondenza dell'unione tra il piastrone di acciaio ed il corpo di ghisa per effetto di leggere corrosioni a

ridosso delle gomme di tenuta e sui piani di appoggio: la nuova struttura del cilindro è, all'atto pratico, risultata non solo altrettanto robusta, ma più economica, più facile di lavorazione ed assolutamente esente da perdite di acqua.

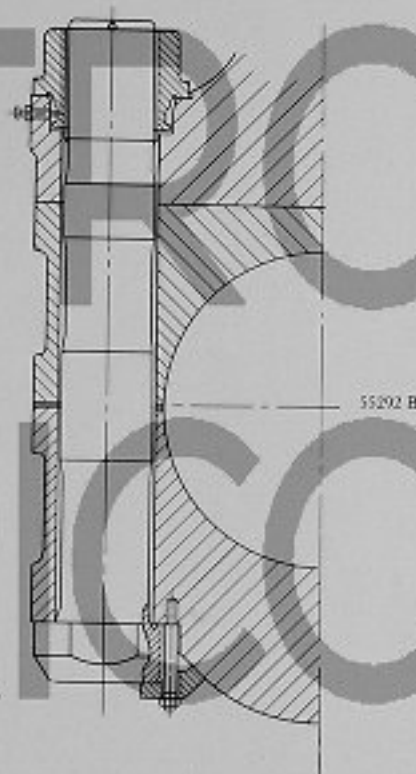


Fig. 9 - Bullone di testa di biella del motore DL 7510 M/n "Vulcania" con relativo dado e dispositivi di sicurezza.

5) Camice cilindri (Materiale: acciaio fuso o fucinato e ghisa speciale ad elevato tenore di fosforo).

Seguono gli stessi criteri costruttivi delle camice dei nostri motori a semplice effetto e quindi, secondo la nostra consuetudine, sono del tipo composto, con parti esterne (superiore ed inferiore) di acciaio fuso (o fucinato), guernite nell'interno da una sottile boccia di ghisa dura ad alto tenore di fosforo, e da una parte centrale, ove sono praticate le feritoie di lavaggio e di scarico, completamente di ghisa a medio tenore di fosforo (Fig. 11). La parte centrale è collegata rigidamente, mediante bulloni, a quella superiore (come avviene nei motori a semplice effetto), mentre l'unione fra la parte centrale e quella

inferiore è del tipo a giunto scorrevole (Fig. 12), onde consentire la dilatazione termica della camicia.

Questo giunto scorrevole a metà camicia - che deve perciò essere in grado di garantire la tenuta tanto dei gas quanto dell'acqua e che è caratteristico di tutti i motori a doppio effetto - è stato da noi realizzato nella

nulla e con profilo dei bordi interni curvilineo. Nei primi anni, non disponendosi di gomme resistenti bene all'azione a caldo dell'olio e delle naite, abbiamo avuto qualche caso di perdite di gas e di acqua, che sono scomparse migliorando la disposizione delle gomme e degli anelli di rame. Successivamente con l'uso di anelli

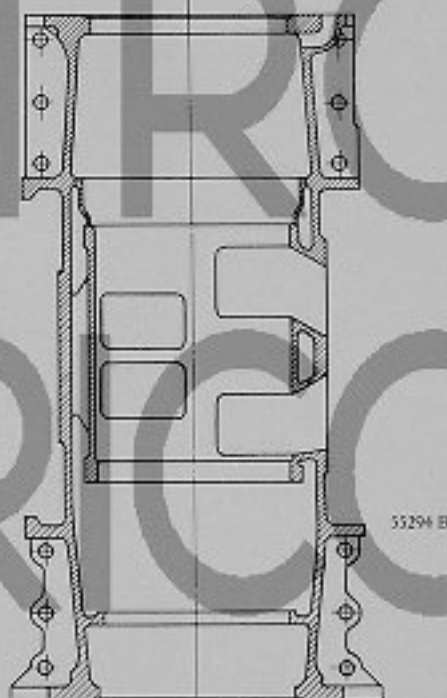
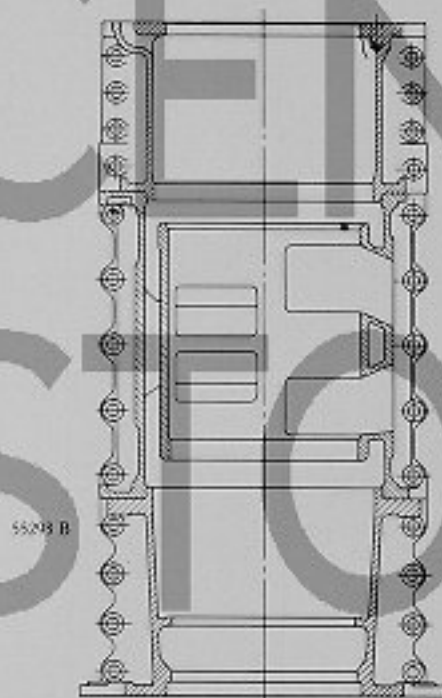


Fig. 10-10 A - Cilindro motore DL 7510 M/N «Vulcania», e cilindro motore DL 849.

maniera più semplice possibile, anche se apparentemente ardua.

Infatti per non dover dividere a sua volta in due parti la camicia, parte centrale, ci siamo risolti a portare la giunta al di sotto delle feritoie dell'effetto inferiore, cioè in una zona dove la pressione dei gas si aggira ancora sui $3 \div 4 \text{ kg/cm}^2$. Per di più abbiamo pensato di lasciare rettilinei i bordi interni delle giunzioni, sebbene ciò potesse sembrare pericoloso per la buona conservazione delle fasce elastiche.

All'atto pratico si è visto che questa giunzione, così semplice, dà altrettanta garanzia di regolare comportamento di quella situata al centro, tra le due serie di feritoie, cioè in una zona dove la pressione dei gas è

di gomma sintetica (ed ora di silicone) non si sono avute più perdite di sorta, sempreché le camicie siano montate a regola d'arte, con gomme, anelli di rame e superfici coniugate in ordine.

Dal punto di vista dell'usura le camicie della «Vulcania», come del resto quelle dei motori successivi, sono state ottime: il consumo specifico massimo, ogni 1000 ore di moto, è risultato, come media generale, di 0,051 mm per le camicie parte superiore, di 0,08 mm per le camicie parte centrale e di 0,11 mm per le parti inferiori (quest'ultimo consumo è relativo alla zona adiacente alla testata inferiore, cioè ad una zona dove non lavorano le fasce elastiche e dove si verifica una leggera corrosione per effetto dell'arrivo dei getti di combustibile). In rela-

zione a tali ottimi consumi, 14 camicie su 20 sono state sostituite solo nel periodo dal 1946 al 1949, cioè dopo 10 ÷ 12 anni di esercizio!



Fig. 11-A - Camicia completa motore DL 7510 M/n "Vulcania", e camicia di un motore dello stesso diametro a semplice effetto.

Sei camicie, parte centrale, sono state invece sostituite durante il periodo bellico o subito dopo, causa surriscaldamento, e conseguente lesionatura, in corrispondenza delle feritoie.

Siccome queste rotture sono avvenute sistematicamente su due cilindri, il quarto del motore destro ed il quinto del motore sinistro, è sorto il dubbio che l'incidente potesse dipendere da qualche squilibrio nel circuito di raffreddamento nell'interno del cilindro. Si è perciò provveduto a modificare il circuito stesso, attivando la circolazione in corrispondenza delle feritoie (che sono con gambette raffreddate) mediante apposito diaframma montato entro il cilindro. Questa stessa disposizione è stata applicata, di origine, nei motori successivi (Fig. 11 A) e

sta di fatto che casi di rottura sistematica di camicie non si sono più avuti.

I rari casi di riscaldi e quindi di rottura di camicie che ancora si verificano con una frequenza che è equivalente a quella dei motori a semplice effetto, dipendono da cause bene accertate e valide anche per i motori a semplice effetto e cioè:

- eccessive perdite di gas causa rottura generale delle fasce elastiche,
- accidentale sovraccarico termico,
- allineamento difettoso o cattiva manutenzione dello stantuffo o della fascia di guida.

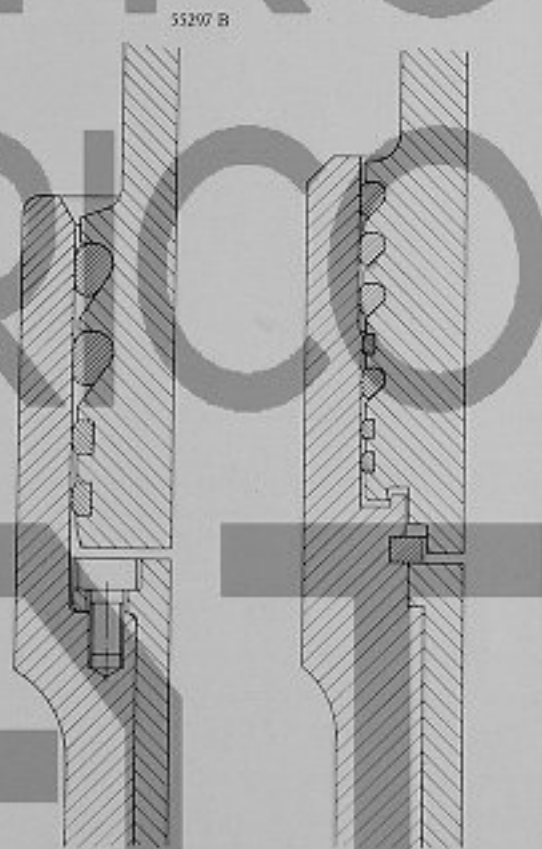


Fig. 12 - Camicia motore a doppio effetto. Particolare del giunto di scorrimento.

- a) come era in origine sui motori della "Vulcania",
b) come è attualmente.

Sono, si ripete, casi assai rari e dovuti esclusivamente ad insufficiente cura nella manutenzione o nella condotta delle macchine.

6) **Testate cilindro** (Materiale: acciaio fuso leggermente legato).

La testata cilindro superiore è identica a quella dei motori a semplice effetto di eguale diametro, e quella inferiore è assai simile in quanto al posto dell'incameratura centrale per il polverizzatore si trova l'incameratura di maggior diametro, nella quale fa sede il dispositivo

originali, salvo poche sostituite di recente, causa scoppiate di fatica, più che ammissibili dato i loro 20 anni di servizio. Regolare il comportamento delle guarnizioni di tenuta, di rame, delle testate superiori, mentre in un primo tempo si sono avute perdite di gas dalle guarnizioni delle testate inferiori, scomparse non appena si è provveduto a rendere assai più elastici i prigionieri di chiusura delle testate stesse.

7) **Stantuffi** (Materiale: asta di acciaio al Ni lucinato e normalizzato; testate stantuffo di acciaio fuso, debolmente legato; fasce di guida di ghisa con anelli di Cupron; astuccio esterno dell'asta in tubo di acciaio a medio tenore di carbonio, con superficie esterna cromata a spessore).

Il progetto di questi stantuffi è stato senza dubbio difficoltoso, perché si trattava di decidere su alcune questioni fondamentali, quali:

- la forma ed il materiale dell'asta, affinché essa desse una assoluta garanzia nei riguardi delle note rotture di fatica;
- il dispositivo esterno di protezione dell'asta dall'azione della fiamma;
- il sistema di raffreddamento dello stantuffo che, oltre ad essere efficace e sicuro, non desse tassativamente luogo a fenomeni di corrosione delle superfici dell'asta;

questioni circa le quali non si disponeva di nessuna esperienza, perché nei motori a semplice effetto fino ad allora costruiti, né esistevano problemi di resistenza a fatica o di protezione esterna dell'asta, né si era sperimentato altro sistema di raffreddamento degli stantuffi se non quello con circolazione di acqua di mare, ovviamente da scartarsi a priori nel caso del motore a doppio effetto.

Lasciate da parte, dopo attento esame, tutte le soluzioni conosciute, si stabilì di seguire un nuovo indirizzo e precisamente: (Fig. 14)

- a) di scegliere per l'asta un acciaio al Ni a basso tenore di carbonio ed a fortissimo allungamento e curare soprattutto il disegno e la lavorazione, specie per quanto riguarda le zone di raccordo, le forature, lo stato di levigatezza delle superfici, le filettature;

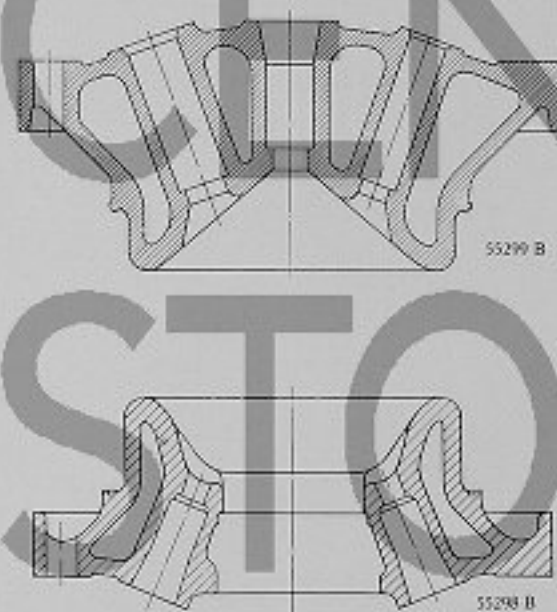


Fig. 13-13 A - Testata cilindro superiore e testata cilindro inferiore del motore DL 7510 della M/n "Vulcania".

di tenuta dell'asta stantuffo ed al posto delle due incamerature laterali, per le valvole di sicurezza e di avviamento, vi sono quelle circa equivalenti dei due polverizzatori inferiori (Fig. 13 - 13 A).

Ne viene fuori una camera di combustione raccolta ed efficiente, con una distribuzione dei getti del combustibile abbastanza regolare ed equilibrata e soprattutto tale da non disturbare troppo né l'asta, né i bordi della camicia e della testata cilindro.

Questa testata cilindro e relativa camera di combustione, definita dopo prove comparative con le altre forme e disposizioni più usuali, ha fornito, in esercizio, piena soddisfazione ed è stata perciò applicata a tutti i nostri successivi motori a doppio effetto: le testate cilindro superiori ed inferiori della « Vulcania » sono ancora le

b) di proteggere la parte esterna dell'asta con un tubo relativamente sottile di acciaio semiduro, con superficie esterna cromata a spessore (è stata questa, cre-

e) di raffreddare lo stantuffo mediante circolazione di olio derivato dal circuito della lubrificazione generale. L'olio viene introdotto e scaricato nella snodo di testa

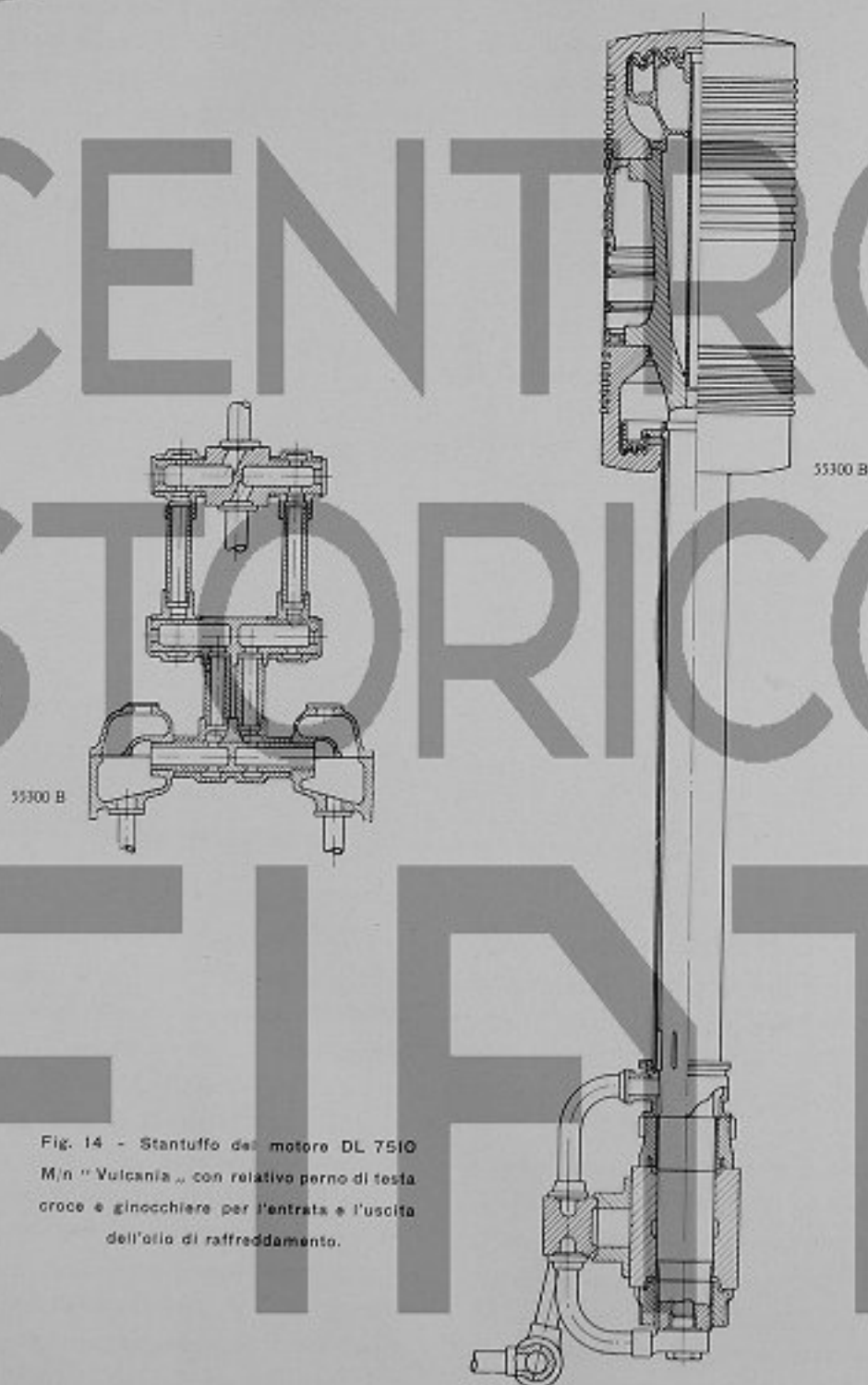


Fig. 14 - Stantuffo del motore DL 7510 M/n "Vulcania" con relativo perno di testa croce e ginocchiere per l'entrata e l'uscita dell'olio di raffreddamento.

diamo, una delle primissime applicazioni pratiche della cromatura su organi di motori Diesel);

a croce mediante tubi a ginocchia ed effluisce in salita nel grosso foro centrale lungo l'asse dell'asta ed in

discesa nell'intercapedine tra il tubo di protezione dell'asta e l'asta.

In questi motori, crediamo per la prima volta, gli assi a manovella non furono più forati in nessun modo per dare passaggio all'olio di lubrificazione dei cuscinetti delle bielle, in quanto una parte dell'olio introdotto nello snodo di testa a croce scendendo attraverso il perno e di cuscinetti di testa a croce ed il fusto della biella, lubrifica tutti i cuscinetti ed i pattini del biellismo.

luogo a successive lesioni dell'asta (sono in uso da anni aste con qualche tratto di filetto così mancante), ha formato oggetto di accurate ricerche in base alle quali si è provveduto sia a modificare sensibilmente la forma del dado superiore (Fig. 16), sia a mettere a punto in modo definitivo la soluzione con asta monodado (Fig. 17), aste che abbiamo in uso ormai da anni con risultati ottimi. Questo tipo di asta permette tra l'altro un certo guadagno in altezza del motore.

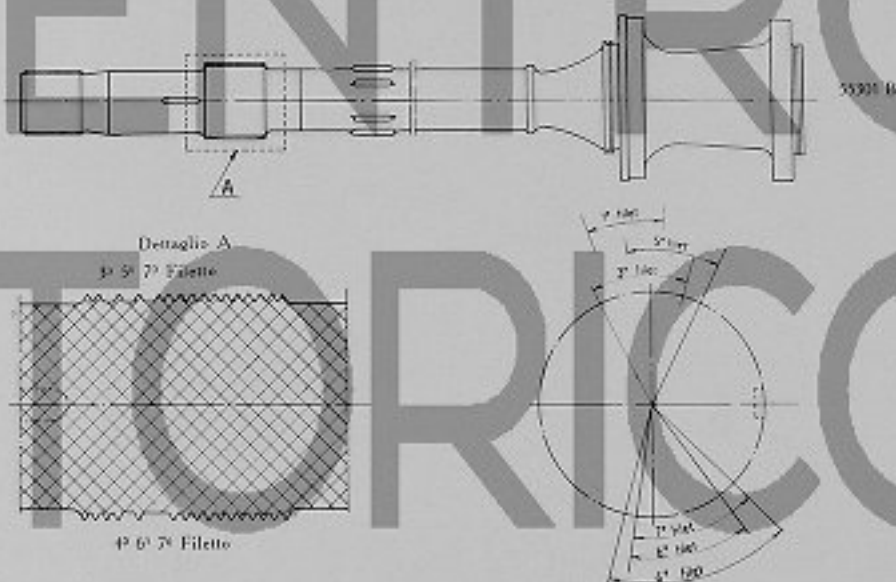


Fig. 15 - Distacco del verme di alcuni filetti verificatosi su alcune aste stantuffo dei motori DL 7510.

Tutte queste innovazioni si sono dimostrate in pratica assai felici, cosicchè non solo sono state riprodotte su tutti i nostri successivi motori a doppio effetto, ma sono state estese, per ciò che riguarda il raffreddamento degli stantuffi e la lubrificazione del biellismo, anche ai motori a semplice effetto.

Il comportamento delle aste è stato completamente esente da rotture o da incrinature e pertanto quasi tutte le aste oggi in servizio sono ancora quelle originali. Le poche aste sostituite sono state scartate causa il distacco per fatica di tratti del verme di alcuni filetti (Fig. 15). Questo tipico fenomeno, dovuto alla concentrazione delle linee di forza nel passaggio tra asta e dado superiore, per quanto si mantenesse circoscritto ad alcuni filetti, il 3° ed il 4° filetto incominciando dal basso, e non desse

Regolare il comportamento dei grossi dadi di chiusura delle aste, purchè si provveda a mantenere le filettature esenti da ammaccature usando, durante le operazioni di manutenzione, gli appositi astucci di protezione.

Il tubo esterno di protezione dell'asta non dà noie di sorta qualora si abbia, di progetto, l'avvertenza di raffreddarlo energicamente nella parte alta, in corrispondenza della zona maggiormente soggetta all'azione della combustione. A questo scopo la velocità dell'olio è, in tale zona, fortemente aumentata mediante adeguata riduzione della sezione di efflusso, ottenuta aumentando localmente il diametro dell'asta. La cromatura esterna ha una durata sulle 15000 ÷ 20000 ore di moto, a seconda della qualità della nalta.

Lo strato cromato è però assai sensibile alle caratte-

ristiche ed alla durezza delle fasce raschiaolio, che sono del tipo a denti, nel senso che tali fasce possono provocare delle rigature per evitare le quali bisogna ricorrere

risultati dubbi o senz'altro negativi si sono avuti quando si sono sperimentate sistemazioni più semplici, con flusso di olio non controllato o meno controllato.

Regolare il comportamento delle fasce di guida con anelli di bronzo al piombo, riscalcati a freddo, sebbene questi anelli siano per natura fragili e quindi soggetti a qualche rottura peraltro senza alcuna conseguenza.

Gli stantuffi sono visitati in media una volta all'anno, cioè una volta ogni circa 4500 ÷ 5000 ore di moto, ma spesso, se lo stantuffo non presenta fasce rotte e se la camicia ed il pressatrece dell'asta sono in ordine, la visita viene differita sino a circa 7000 ore.

Nessuna differenza di sorta si è osservata nel comportamento e nella durata delle fasce elastiche degli stantuffi superiori rispetto a quello degli stantuffi degli equivalenti motori a semplice effetto.

Le fasce elastiche degli effetti inferiori presentano invece di regola una durata maggiore ed un minor

Fig. 16 - Dado superiore di un'asta stantuffo bicado del motore DL 7510.

a fasce di ghisa relativamente tenera o meglio ancora a fasce in bronzo.

Le testate stantuffo sono raffreddate, come si è detto, con circolazione ad olio a flusso controllato, ciò che comporta la presenza, nell'interno della testata, di una serie di nervature concentriche, lavorate di macchina. Tali nervature sono lambite dall'olio che effluisce dal centro alla periferia nelle testate inferiori e viceversa in quelle superiori, per effetto di appositi diffusori. Questo sistema, un poco complesso di costruzione e di manutenzione, è però quello che, alla resa dei conti, si è dimostrato il più efficiente ed il più sicuro; non si sono mai notati depositi carboniosi nell'interno delle camere di raffreddamento o formazione di morchie nell'olio, né si sono avuti mai disturbi meccanici od inconvenienti di sorta nei distributori.

Lo stesso buon comportamento si è osservato nei successivi motori a semplice ed a doppio effetto, mentre

numero di casi di rottura, probabilmente come conseguenza del minor carico termico a cui gli effetti inferiori lavorano.

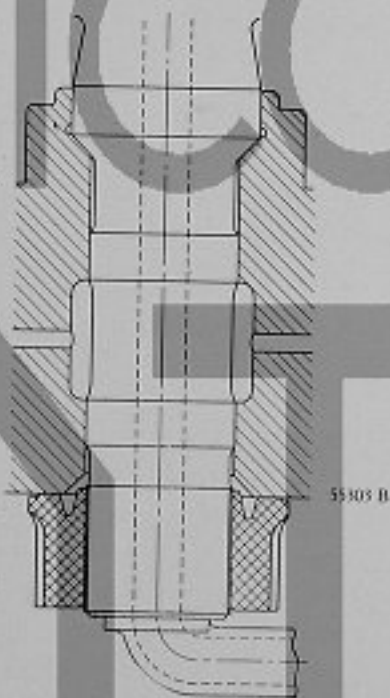


Fig. 17 - Asta monodado del motore FIAT Ø 750 di tipo recente.

8) Pressatrece di tenuta delle aste stantuffo (Fig. 18).

Era anche questo un organo di cui si aveva pochissima esperienza e che in precedenti motori sperimentali si era comportato in modo piuttosto mediocre, ragione per cui si pensò di studiare una soluzione che abbandonasse un po' i vecchi schemi e si adattasse in modo particolare al tipo di testata e di camera di combustione

Questo tipo di pressatrece, che è stato esteso anche alle successive costruzioni, è di funzionamento sicuro, non richiede una speciale manutenzione - di regola basta pulirlo in occasione della visita del corrispondente stantuffo - ha dei consumi minimi sia nelle fasce di tenuta che negli anelli fissi. Unica difficoltà è quella relativa alla fusione del paraflamma, parte di bronzo, con tubo di raffreddamento inserito, che richiede una certa abilità fondericia che va purtroppo rarefacendosi.

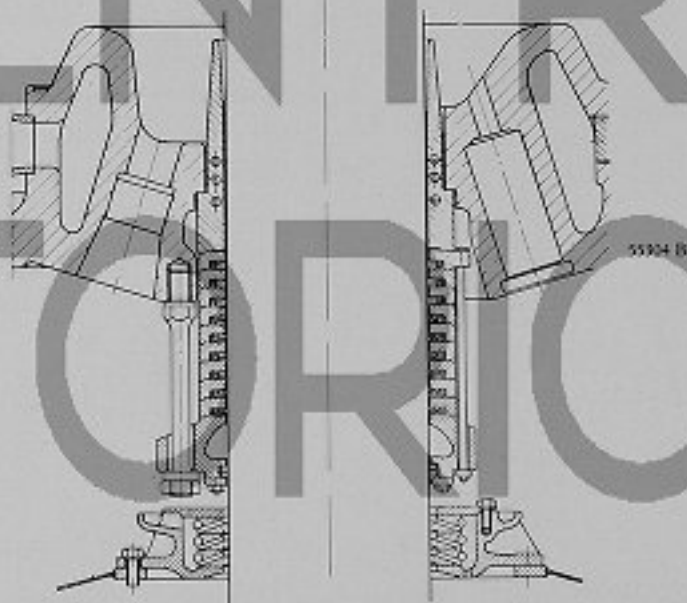


Fig. 18 - Pressatrece di tenuta dell'asta del motore DL 7510 "Vulcania", e relativa scatola raschiaolio.

scelto. Il pressatrece (Fig. 18) è formato da due pezzi e cioè da un paraflamma superiore di acciaio inossidabile fuso il quale è applicato solidamente ad un corpo di bronzo raffreddato mediante circolazione di acqua. Questo paraflamma di tipo composto ha lo scopo di proteggere l'asta ed il sottostante dispositivo di tenuta dei gas. Questo ultimo dispositivo è di tipo usuale, con tre anelli superiori tagliaflamma a tre settori semplici e sei fasce di tenuta a sei settori a tre a tre sovrapposti. Gli anelli fissi sono di ghisa ad alto tenore di fosforo, eguali a quella delle boccole delle camice. Il dispositivo di tenuta non è né raffreddato né lubrificato. Apposito raccogliatore trattiene e convoglia poi entro un tubo collettore le eventuali perdite di gas.

Nessun disturbo dà il dispositivo raschiaolio delle aste, che è separato dal dispositivo di tenuta e le cui grosse fasce, a settori chiudenti, sono del tipo a doppio dente, di ghisa relativamente tenera o di bronzo.

Tali fasce vengono revisionate in media una volta all'anno e comunque si possono smontare in pochi minuti senza toccare lo stantuffo.

9) Dispositivo di iniezione dei cilindri inferiori.

Si è ritenuto opportuno, dopo prove comparative, di applicare una sola pompa del combustibile, che alimenta in parallelo i due polverizzatori dello stesso cilindro. Questo sistema, che è ovviamente il più semplice, non

dà in pratica note perché nei rari casi in cui funziona un solo polverizzatore, perché l'altro si è inceppato restando chiuso, oppure ha tutti i fori tappati, ciò non può sfuggire ad un macchinista attento sia per il rapido e forte surriscaldamento del tubo di mandata nafta e per la maggior rumorosità della pompa, sia per la sensibile caduta della temperatura di scarico del cilindro. Infatti tutti gli inconvenienti che possono derivare dal funzionamento assai prolungato con un solo polverizzatore sovraccaricato - e cioè bruciature più o meno estese della testata cilindro o dello stantuffo, bruciatura del paraflamma o della guaina dell'asta - si sono verificati solo in due o tre casi e questi in 20 anni di esercizio e, su oltre 90 motori a doppio effetto in esercizio, solo in due o tre casi.

10) Dispositivi di comando e di regolazione

Questi dispositivi, tanto nel caso dei motori della « Vulcania » quanto in quelli successivi, sono sostanzialmente eguali a quelli dei motori a semplice effetto di pari età. In generale:

a) l'avviamento è limitato ai soli cilindri superiori, essendosi dimostrato assolutamente superfluo estenderlo anche ai cilindri inferiori. La manovra di avviamento è di solito più pronta e più dolce dei corrispondenti motori a semplice effetto, perché i cilindri inferiori, leggermente più compressi e con una polverizzazione più fine, accendono al più leggero spunto;

b) la regolazione della portata della pompa del combustibile avviene contemporaneamente con un unico volantino. Esiste però la possibilità, attraverso le leve di manovra, di funzionare con il solo effetto superiore od inferiore e, attraverso il volantino di regolazione del combustibile, di variare in un modo qualsiasi la regolazione reciproca dei due effetti. Naturalmente ogni singola pompa, relativa a ciascun effetto di ogni cilindro, può essere ritoccata per suo conto.

In pratica la marcia ad un solo effetto non viene realizzata mai, perché i motori girano benissimo al minimo, a 18 ÷ 20 giri/min, con entrambi gli effetti attivi, e la differenza nella regolazione tra gli effetti superiori e quelli inferiori si mantiene all'andatura normale intorno al 10 %,

essendo opportuno che i cilindri inferiori lavorino ad un carico termico minore, stante la minore efficienza del lavaggio e la meno favorevole conformazione della camera di combustione.

c) L'intervento del regolatore di sicurezza, che come nei motori a semplice effetto esclude per motivi di prontezza tutto il combustibile, avviene prima escludendo tutti i cilindri inferiori, poi quelli superiori;

d) la sicurezza nei riguardi di eventuali riempimenti delle camere di combustione inferiori causa perdite di acqua dal cilindro, o di nafta da un polverizzatore, o di olio dallo stantuffo, riempimenti che potrebbero provocare durante la manovra di avviamento lo stiramento dell'asta o della bulloneria del biellismo, è assicurata mediante vari dispositivi, che all'atto pratico e nel loro complesso si sono dimostrati tali da offrire una assoluta garanzia.

Essi sono:

— un grosso rubinetto di spia, da tenersi permanentemente aperto durante le soste, applicato su tutte le testate inferiori;

— una valvola di sicurezza, di dimensioni relativamente grandi, applicata anch'essa a ciascuna testata inferiore;

— il pressatrecce di tenuta dell'asta, il quale è bloccato da dei bulloni lunghi e sottili e quindi tali da stirarsi oltre una certa pressione, lasciando scendere il pressatrecce ed aprendo così la via allo scarico del liquido;

— una apposita valvola sulla manovra che, a leva di comando nella posizione di fermo, scarica tutta la tubazione di mandata della nafta ed impedisce quindi ogni gocciolio qualora vi fosse qualche polverizzatore con lo spillo accidentalmente aperto.

11) Combustibili e lubrificanti

I motori della « Vulcania » hanno bruciato quasi sempre nafta densa di buona qualità, di densità intorno a 0,91 ÷ 0,92 a 20°C, viscosità 1,5 ÷ 2°E a 50°C, Conradson intorno a 1 ÷ 2 %, Zolfo tra 0,5 ed 1 %. La combustione è ottima e non si sono mai notate incrostazioni rilevanti né sugli stantuffi, né nelle feritoie di

lavaggio e di scarico. La proiezione all'esterno di particelle carboniose è modesta, sebbene per ragioni di impianto non esistano, a valle della caldaia a gas di scarico, né silenziatori, né parascintille.

La nafta prima dell'impiego è depurata e, se necessario, leggermente riscaldata. Non esiste a bordo un impianto per l'uso della caldaia, uso che è invece generale negli altri motori a doppio effetto dello stesso diametro o del diametro di 640 mm che abbiamo in esercizio.

L'olio per la lubrificazione generale ed il raffreddamento stantuffi è stato nei primi anni oggetto di prove accurate e di controlli sistematici allo scopo di essere certi che esso non desse luogo, in esercizio, alla formazione di depositi carboniosi nell'interno degli stantuffi od a morchie asfaltose nei refrigeranti, nei pozzetti e nei

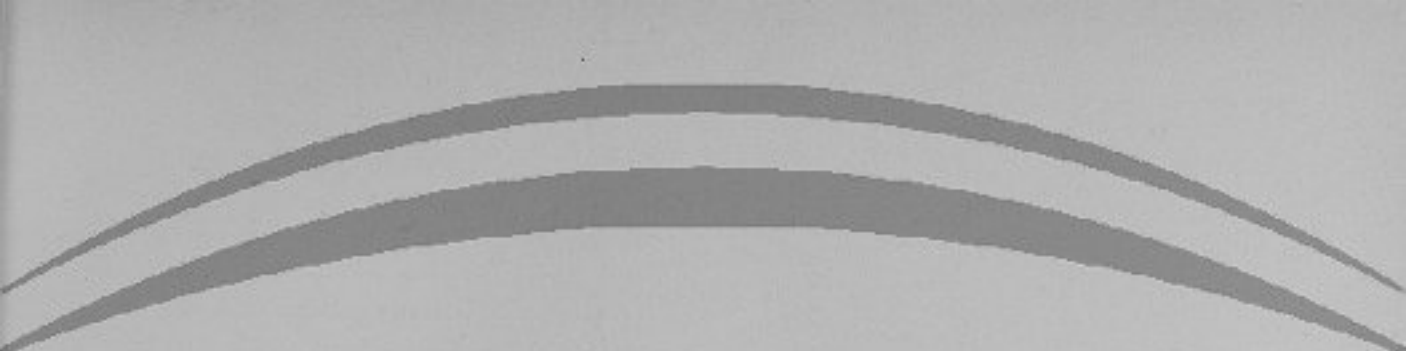
tubi, a causa di eventuali fenomeni di ossidazione ed invecchiamento. Successivamente, con il generalizzarsi del sistema di raffreddamento ad olio degli stantuffi, questi controlli si sono attenuati per poi scomparire del tutto, trovandosi oggi correntemente sul mercato oli che danno complete garanzie sotto ogni riguardo.

L'olio in uso è di media viscosità (SAE 30 ÷ 40) e viene depurato in modo continuativo. Il suo consumo, dovuto a perdite per evaporazione, non supera i 50 kg 24 ore. Non sono richieste sostituzioni periodiche dell'olio in circolazione, mantenendosi esso perfettamente esente da morchie, acidità o depositi di sorta.

L'olio per la lubrificazione cilindri è di tipo senza detergenti, con viscosità SAE 50 ÷ 60. Il suo consumo risulta di circa 0,8 g/Cvh, ossia di circa 450 kg al giorno per i due motori complessivamente.

Dott. Ing. SEVERO FILIPPINI.

STORICO
FIAT



CENTRO STORICO FIAT

Pubblicazione trimestrale - Direttore Responsabile Dott. Ing. LUCIANO TRABUCCO

Registrato al Tribunale di Casale Monferrato in data 10 Marzo 1955 con il N. 49

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo IV



FIAT MIRAFIORI: Piattaforma rotante con unità di saldatura per il pianale della scocca dell'autovettura "600".