

FIAT STABILIMENTO
GRANDI MOTORI

CENTRO STORICO



FIAT

CENTRO

La più grande motocalderina " Carlo Camelli ", azionata dal
più potente motore diesel " FIAT 9012 S ,

pag. 33

280 locomotive per l'Argentina

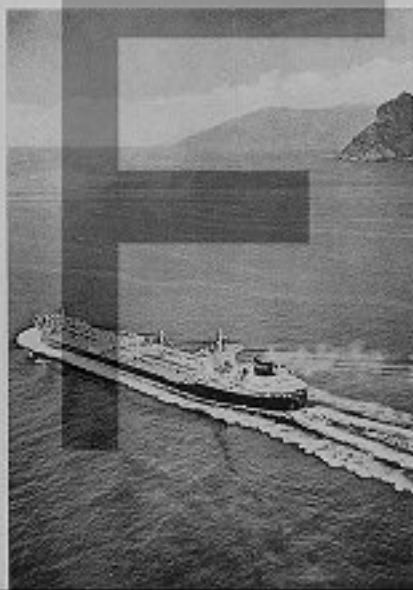
pag. 42

STORICO

Il motore 288 ES - Prove di messa a punto in officina

dott. Ing. E. Bellini pag. 55

FIAT



La copertina - La M/o " Carlo Camelli ",
da 91.600 t.d.w., costruita dai Cantieri
Riuniti dell'Adriatico per la Società
Armatrice " Santa Lucia ,



È mancato improvvisamente all'affetto dei Suoi cari e di tutti coloro che ebbero la fortuna di conoscerlo, l'Ing. ROBERTO DE PIERI Direttore Principale della FIAT Grandi Motori, animatore e maestro del corpo dei tecnici che sotto la Sua guida hanno lavorato da decenni allo sviluppo del motore FIAT. La Sua dipartita rappresenta un lutto che accomuna tutti coloro che con Lui hanno lavorato nella volontà di continuarne degnamente l'opera.

Riportiamo nelle pagine che seguono un articolo a firma del Suo più caro amico Ing. Arnoldo Fogagnolo, che in sintesi illustra l'opera del grande scomparso e che è stato pubblicato sul quotidiano "La Stampa" di Torino nella rubrica "Cronache della Scienza".

L'ing. ROBERTO DE PIERI

TECNICO DEI MOTORI DIESEL

A. Fogagnolo

La scomparsa dell'ing. Roberto De Pieri, avvenuta il 21 agosto scorso mentre si trovava a Planpincieux per una breve villeggiatura, non può passare senza una nota di commento su queste settimanali cronache della scienza. Anche se, infatti, l'ing. De Pieri rappresentava, più che il tipo classico del ricercatore chiuso in un laboratorio universitario, il moderno e dinamico dirigente d'industria, la sua cinquantennale attività alla FIAT è stata sempre rivolta allo studio di tecniche nuove, all'indagine di più convenienti processi produttivi, al miglioramento di materiali, all'affinamento di controlli, alla sicurezza di collaudi, alla progettazione di motori sempre più perfetti. E nel campo particolare dei « Diesel » il nome di Roberto De Pieri — ultimamente direttore principale dello Stabilimento Grandi Motori e membro del comitato direttivo della FIAT — aveva raggiunto, nonostante la modestia quasi schiva dell'uomo, una notorietà ed una autorità mondiali.

Allievo prediletto dell'ing. Chiesa, fin dai primordi direttore dello Stabilimento Grandi Motori, e di cui tutti ricordano il grande valore di tecnico e di organizzatore, Roberto De Pieri (nato a Ferrara nel 1894, entrò nel 1915 a far parte dell'azienda torinese) sviluppò e sostenne, in contrasto con la maggior parte dei costruttori, il principio e la possibilità di adottare il ciclo Diesel a due tempi per i motori destinati soprattutto alla propulsione di grandi navi. La lotta per l'affermazione di questa tecnica è stata molto dura, e per decenni sembrava che la soluzione dei complessi problemi — soprattutto relativi al lavaggio — non permettesse una realizzazione sufficientemente pratica ed efficiente, tale da controbattere la scelta della soluzione con ciclo a 4 tempi adottata dalla maggior parte degli altri costruttori. Oggi il motore di grandi dimensioni a 4 tempi è praticamente scomparso dal mercato, e tutti i costruttori di motori hanno accettato la soluzione del ciclo a due tempi.

Già nel 1934 (il De Pieri era allora capo dell'Ufficio Progetti) nacque presso le officine della FIAT il più grande motore a doppio effetto del mondo, che raggiunse la potenza massima — per quell'epoca eccezionale — di ben 18.000 cavalli. Due di questi motori sono tuttora in esercizio sul transatlantico "Vulcania", della Società Italia.

In quegli stessi anni, primo nel mondo, il motore FIAT fu in grado, grazie a particolari dispositivi costruttivi, di bruciare nafta da caldaie il cui uso si rendeva pressoché imperativo date le particolari condizioni valutarie italiane di allora. Al principio della seconda guerra mondiale, negli ultimi anni di vita dell'ingegner Chiesa, gli uffici diretti dall'ing. De Pieri realizzarono due apparati motori da 80.000 cavalli per navi passeggeri, che non trovarono la prevista applicazione essendo nel frattempo andati distrutti gli scafi in azione di guerra. Venne anche realizzato un prototipo di motore per navi da battaglia che diede alle prove in officina la potenza di ben 2800 cavalli per cilindro.

Scomparso l'ing. Chiesa, l'ing. De Pieri ha continuato lo sviluppo del motore Diesel, adottando la sovralimentazione che ha permesso la realizzazione di svariati tipi di motori a semplice effetto di elevata potenza specifica, fra i quali quello di diametro 750 mm, al quale fu assegnato il premio ANIAI per la realizzazione meccanica di maggior rilievo dell'epoca. Egli ha inoltre impostato e realizzato il progetto del motore di 900 mm di diametro che equipaggia le più grandi navi da trasporto costruite attualmente in Italia, e di cui un esemplare a 12 cilindri installato sulla motonave « Carlo Cameli » ha raggiunto in Sala Prove a Torino la potenza massima di oltre 32.000 cavalli.

Parallelamente agli studi per la propulsione navale, l'ing. De Pieri ha dedicato la sua opera alla progettazione di motori ferroviari, fra i quali sono da menzionare un nuovo tipo di motore a 12 cilindri della potenza di 2250 cavalli a 1500 giri, che ha brillantemente superato il periodo di messa a punto, e un altro motore a 8 cilindri che verrà sottoposto alle prove U.I.C. entro l'anno.

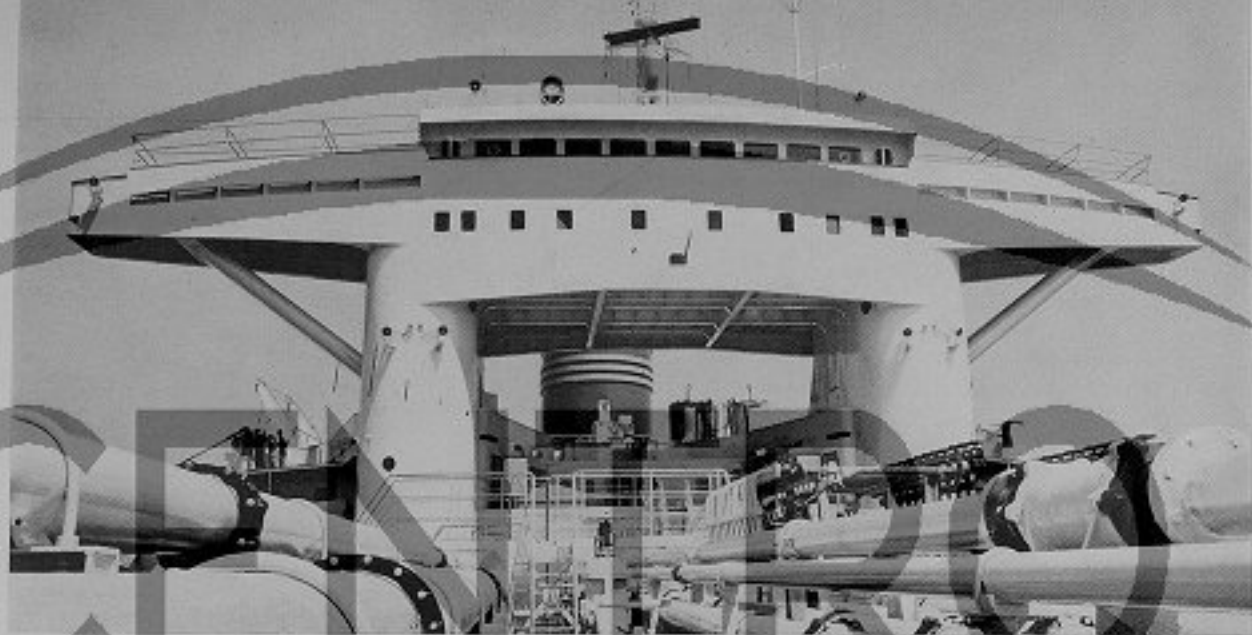
Nell'ultimo decennio la sua multiforme attività si è svolta anche nel campo delle turbine a gas, fra le quali è da menzionare la turbina da 36.000 kW di progetto congiunto FIAT - Westinghouse, di cui un esemplare funziona presso la Centrale di Chivasso ed altri tre sono in corso di montaggio a Belgrado, in una centrale della potenza complessiva di oltre 100.000 kW.

L'ing. De Pieri era Presidente del C.I.M.A.C. (Congrès International des Moteurs à Combustion Interne - Parigi), e dell'Associazione Termotecnica Italiana e faceva parte dei Comitati tecnici del Registro Italiano Navale, dell'American Bureau of Shipping e del Lloyd's Register of Shipping, e delle principali Associazioni di costruttori di motori italiane ed estere.

Uomo profondamente buono, onestissimo, alieno da esibizionismi e senza alcuna ambizione personale tranne quella del risultato del suo lavoro, De Pieri lascia dietro di sé una folta schiera di collaboratori preparati che ne continueranno l'opera e gli studi: non era forse molto conosciuto negli ambienti della nostra città, all'infuori di quelli tecnici, mentre era notissimo all'estero e nel mondo tecnico e scientifico internazionale la sua parola era sempre attesa ed ascoltata con interesse. Era la parola di uno scienziato.



CENTRO
STORICO
FIAT



La più grande motocisterna " Carlo Cameli ,, azionata dal più potente motore diesel " FIAT 9012 S ,,

In seguito all'iniziativa del gruppo armatoriale Cameli di Genova, di cui è animatore il Cao, del Lavoro dott. Filippo Cameli, la flotta mercantile italiana si è arricchita di una delle più grandi navi fino ad oggi costruite nel mondo.

La motocisterna " Carlo Cameli ,, della portata di 91.600 t, è stata consegnata all'armatore al principio di giugno 1964.

Essa è azionata da un motore FIAT della potenza di 25.200 Cv, che non solo è il più grande motore FIAT fino ad oggi costruito, ma che ha il primato assoluto della potenza in campo mondiale avendo raggiunto alle prove in officina i 32.500 Cv.

Siamo lieti di pubblicare qui di seguito la descrizione di questa nave ricavandola da una pregevole pubblicazione che il cantiere costruttore C.R.D.A. ha offerto ai partecipanti alle prove in mare e dare qualche maggiore notizia sul macchinario che la FIAT vi ha installato. Il gruppo armatoriale Cameli sa ricordarsi in modo particolare per la sua iniziativa di costruire una nave di queste dimensioni con un apparato motore diesel di potenza prossima al limite della tecnica attuale.

La scelta del motore FIAT può essere una conferma delle buone qualità dei nostri motori, qualità che il gruppo Cameli già da molto tempo ha avuto la possibilità di controllare avendo in esercizio numerose navi azionate da motori FIAT.

Nel successivo programma di espansione della propria flotta il gruppo armatoriale Cameli ha ora in avanzata costruzione due motorati ore-til carrier da circa 45.000 t.d.w. con motore FIAT tipo 900 a 9 cilindri e ancora recentemente ha ordinato 5 motocisterne da 80.000 t.d.w. con motore FIAT 900 a 10 cilindri; seguendo l'esempio del gruppo Cameli due Società armatrici inglesi hanno commissionato ai Cantieri Italiani due motocisterne dello stesso tipo e con lo stesso motore FIAT.

La M/c « Carlo Cameli »

La M/c « Carlo Cameli » di 91.600 t.d.w., costruita dai Cantieri Riuniti dell'Adriatico per la « Armatrice Santa Lucia » di Palermo, è la più grande motocisterna italiana ed una delle maggiori del mondo (1). La colossale unità, impostata sullo scalo gigante del Cantiere di Monfalcone il 30 gennaio 1963 e varata il 4 gennaio 1964, è stata costruita sotto la sorveglianza speciale del Registro Italiano Navale, del Lloyd's Register of Shipping e dell'American Bureau of Shipping per il conseguimento della più alta classe per il trasporto alla rinfusa di prodotti petroliferi con punto di infiammabilità inferiore ai 65°C.

in rispondenza alle leggi e ai regolamenti della Marina Mercantile Italiana, alla Convenzione di Londra del 1960, al Regolamento di sicurezza per la vita umana in mare, e alle prescrizioni vigenti presso le Autorità di Suez.

Caratteristiche principali:

Lunghezza fuori tutto	264,60 m
Larghezza massima fuori ossatura	37,11 m
Altezza al fianco	19,15 m
Immersione al bordo libero estivo	14,51 m
Portata lorda corrispondente	91.600 t
Capacità delle cisterne da carico	109.200 m ³
Potenza dell' A. M. a 122 giri/min	25.200 Cv
Velocità a pieno carico con 25.200 Cv	17,1 nodi

(1) Dall'autorevole rivista "The Motor Ship" (Giugno 1964 pag. 112) apprendiamo che la " Carlo Cameli ,, è tuttora la più grande motocisterna in servizio nel mondo.

Descrizione dello scafo

La nave, costruita con il sistema longitudinale, è del tipo ad un ponte, con copertini inferiori, castello, cassero centrale, cassero poppiere e tughe poppiere con torrioni sui quali è sistemato il ponte di comando. Lo spazio sotto il ponte di coperta è suddiviso, a mezzo di due paratie longitudinali gemelle e di paratie trasversali tutte di tipo piano con montanti, in tre serie di cisterne da carico per un totale di 13 cisterne centrali e 7 coppie di cisterne laterali delle quali due sono adibite a zavorra. Ogni cisterna ha una boccaporta di tipo circolare, e per il lavaggio di quelle destinate al carico sono state praticate aperture circolari del tipo « butterworth ».

A poppavia delle cisterne si trovano l'intercapedine prodiera, le cisterne alte per l'acqua di zavorra e il combustibile, il locale pompe prodiero ed il gavone, che incorpora il pozzo catene. A poppavia delle cisterne da carico sono l'intercapedine ed il locale pompe poppiere, le cisterne per il combustibile, i locali per l'apparato motore e gli ausiliari, ed il gavone poppiere con soprastante locale per macchina del timone. Sul ponte di coperta, sotto il castello, si trova una stivetta per merce varia accessibile attraverso due boccaportelli aperti sul castello. Lo scafo è costruito interamente in acciaio Martin-Siemens, e l'unione delle varie strutture è stata realizzata prevalentemente con saldatura elettrica, in gran parte con procedimenti automatici. La chiodatura è limitata alla parte centrale di 10 orli longitudinali (4 orli al fondo, 2 al fianco e 4 sul ponte di coperta).

Il dritto di prora è costruito in lamiera saldata di forma arrotondata ed inclinata in avanti, mentre la poppa è del tipo incrociatore.

Il telaio di poppa, atto a ricevere il timone, è costruito con parti in lamiera saldata e parti in acciaio fuso. La parte alta del telaio, comprendente la losca del timone e la parte a sbalzo del dritto del timone, è realizzata in un'unica fusione del peso di circa 65 tonnellate.

Il timone è del tipo sospeso a « spada », semicompensato, con un solo agugliotto; è realizzato in struttura saldata con lusto in acciaio fuso. L'asta è in acciaio lucinato ed è unita al timone mediante incastro a baionetta. Il timone ha una superficie di $55,5 \text{ m}^2$ e pesa oltre 80 t. Il doppio fondo, limitato alla zona del locale apparato motore, è costruito a sistema cellulare con madrieri ad ogni ordinata ed è di costruzione particolarmente robusta in quanto in esso è incorporato il basamento del motore principale. L'apparato motore, sistemato a poppa, muove un'elica a 4 pale del diametro di m 6,60.

Allestimento e servizi nave

I servizi nave e l'allestimento comprendono:

a) Servizi di navigazione: due impianti radar « Decca » di cui uno per le grandi distanze abbinato al « Plotting » automatico e uno per manovra; un impianto girobussola e giropilota « Sperry »; un impianto televisivo a circuito chiuso per il controllo delle manovre di attracco; un impianto « Decca Navigator » per la navigazione con radiolari; un impianto solcometrico SAL-24; un impianto ecometrico Kelvin Hughes;



Fig. 1 - Ponte di coperta e tubazioni del carico visti dal castello di prora

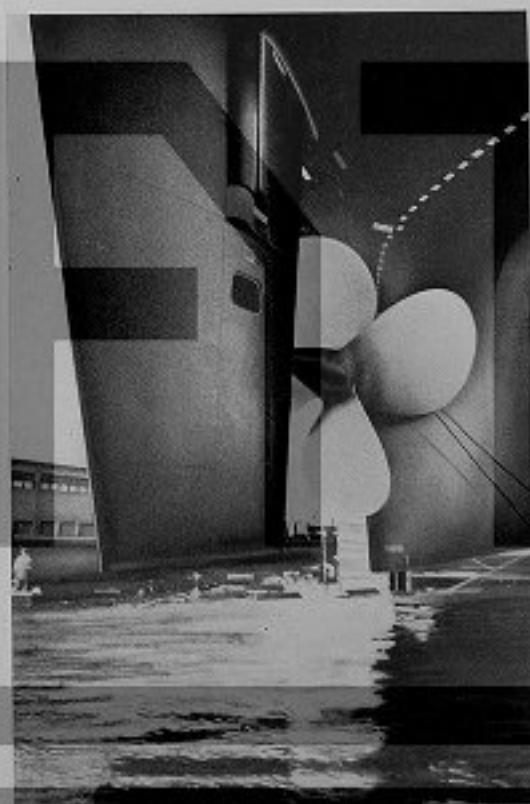


Fig. 2 - Il timone misura circa $55,5 \text{ m}^2$ e pesa oltre 80 t. L'elica ha un diametro di 6,6 m e pesa 31,5 t

un apparato « Loran » per la navigazione con radiofari; due bussole magnetiche « Hausat »; un elettrocalcolatore per la determinazione immediata del dislocamento, delle sollecitazioni e della differenza di immersione.

- b) Servizi da carico: due picchi da 10 t per la manovra delle maniche del carico, manovrati a mezzo di un verricello da 7 t a vapore a due tamburi e due campane; due gru elettriche da 1 t per il servizio di cambusa; una gru semovente pneumatica da 7 t per il servizio di macchina; quattro gru a collo d'oca da 2 t per il servizio delle manichette combustibile.
- c) Servizi per ormeggio: undici verricelli autormeggianti da 12,5/80 t distribuiti sulla coperta, sul castello e sul ponte cassero poppiere; due argani a salpare e tonneggiare sul castello; un salpancore abbinato a verricello autormeggiante per la manovra dell'ancora di corrente.
- d) Servizi cambusa: una sistemazione di celle suddivise in locale per carne (36 m³), pesce (14 m³), salumi (12 m³), verdura (55 m³) e anticella (21 m³), refrigerate attraverso aerorefrigeranti, rivestite fuori isolamento in peraluman, complete di scaffalature e ganciere.
- e) Servizio condizionamento e ventilazione: impianto di condizionamento capace di garantire condizioni climatiche interne compensate tra 18°C e 31°C con 55% di umidità relativa rispettivamente in inverno (con -10°C all'esterno e 90% di u. r.) e in estate (con 38°C all'interno e 90% di u. r.).
Tale impianto è realizzato mediante due condizionatori da 46.000 m³/h ciascuno, completi di batterie riscaldanti a vapore e circuiti refrigeranti da 165.000 frig./h, che immettono aria con sistema ad alta velocità in tutti i locali abitati della nave attraverso canalizzazioni in cloruro di polivinile e unità terminali da cabina.
L'impianto di estrazione e ventilazione ha una capacità globale di 62.000 m³/h.
- f) Mezzi di salvataggio: sono costituiti da 4 imbarcazioni da 24' x 8'7" x 3'6 1/2" in resine poliesteri rinforzate con fibre di vetro, costruite dal Reparto Materie Plastiche del C.R.D.A. Due imbarcazioni hanno propulsore « Fleming » e possono contenere 50 persone ciascuna; le altre due sono dotate di motore diesel da 24 ÷ 34 Cv e possono contenere 40 persone ciascuna. Alla messa a mare provvedono quattro coppie di gru a gravità, ciascuna servita da un verricello elettrico da 7 ÷ 11 Cv.
- g) Imbarcazioni di servizio: una imbarcazione di servizio da 4,80 m in resine poliesteri rinforzate con fibre di vetro di costruzione C.R.D.A. dotata di motore fuori bordo da 5,5 Cv; uno zatterino per pitturazioni fuori bordo da 3,80 m in vetro resina.
- h) Alberatura: un albero prodiero in lamiera d'acciaio con coffa di vedetta completo di attrezzatura per i fanali di navigazione regolamentari, e sostenente il Tylon prodiero e l'antenna del radar di manovra; un albero poppiere anch'esso in lamiera di acciaio

completo di attrezzatura per segnalazioni e fanali di navigazione regolamentari e particolari, sostenente il Tylon poppiere e l'antenna del radar per grandi distanze.

- i) Servizi cucina e riposteria: sono costituiti da una cucina completa di focolare elettrico con forni sottostanti, di un forno elettrico per pane e dolci, di una impastatrice elettrica e da 4 riposterie con fornello elettrico e armadio frigorifero.
- l) Servizio lavanderia: costituito da 3 lavanderie rispettivamente per servizio nave, ufficiali ed equipaggio. La prima è corredata di una macchina lavatrice capace di 18 kg di biancheria, le altre due di complessive 6 vasche in porcellana.
Ciascuna lavanderia dispone di un locale essiccatoio riscaldato con serpentine a vapore, corredata di ferri elettrici da stiro.
- m) Servizio ascensore: espletato da un ascensore-montacarichi capace di 2000 kg, con 5 fermate intermedie tra il pagliolo del locale apparato motore e il ponte cassero ove sono gli alloggi degli ufficiali di macchina.

Sistemazione alloggi

Gli alloggiamenti sono sistemati nelle sovrastrutture di poppa e comprendono:

5 appartamenti composti di arrio-salotto-cabina-locale igiene privato, per l'Armatore, il Comandante, il Direttore di Macchina, il 1° Ufficiale di coperta e il 1° Ufficiale di macchina;

13 alloggi singoli per ufficiali, con locali igiene privati;

14 alloggi singoli per sottufficiali, con locali igiene privati;

26 alloggi singoli per comuni;

2 alloggi a due posti per comuni.

Sul ponte di coperta sono sistemati gli alloggi per i sottufficiali, per i comuni, la cambusa con le celle frigorifere, i servizi igienici per l'equipaggio, i depositi, la stazione di condizionamento, le lavanderie, gli essiccatoi. Sul ponte cassero si trovano gli alloggi per gli ufficiali, gli appartamenti dell'Armatore, del Direttore di Macchina e del 1° Ufficiale di macchina, il salone, la saletta di rappresentanza, la palestra-cinema, la mensa e soggiorno ufficiali, l'ospedale, le segreterie di macchina e coperta, le salette ricreazione per sottufficiali e comuni, le mense per sottufficiali e comuni, la cucina, le riposterie, l'ospedale e i depositi di ponte.

Sul ponte del torrione sono sistemati gli appartamenti del Comandante e del 1° Ufficiale di coperta, e gli alloggi degli ufficiali di coperta. Sul ponte di comando si trovano la cabina pilotaggio, la sala nautica, la stazione R. T., una riposteria e un locale igiene per ufficiali. Gli appartamenti, gli alloggi, i locali di soggiorno sono stati studiati con particolare cura per assicurare il massimo « confort » durante i lunghi periodi di navigazione. Sono arredati con mobili metallici rivestiti in laminato plastico, e sono serviti da un impianto di condizionamento d'aria.

L'appartamento dell'Armatore, il salone e la saletta di rappresentanza sono arredati con mobili di legno fine lucidato, e di legno sono rivestite anche le pareti e i soffitti, abbelliti da decorazioni.

La palestra, dotata di vari attrezzi per la ginnastica, può essere utilizzata anche per proiezioni cinematografiche, mentre un artistico altare protetto da un sistema di porte scorrevoli consente la trasformazione del locale in Cappella.

Impianto per l'imbarco e lo sbarco del carico

Le operazioni di carico e scarico sono eseguite da 4 motopompe da carico da 2500 m³/h sistemate nel locale pompe poppiere, con 4 collettori di aspirazione e mandata, aventi un diametro di 20" e con diramazioni da 14" che possono provvedere al vuotamento o riempimento di ogni singola cisterna per mezzo di una qualsiasi delle quattro pompe.

I motori FIAT di azionamento sono sistemati nel locale motore, hanno una potenza di 1800 Cv a 1000 giri/min, funzionano secondo il ciclo diesel a 4 tempi, sono ad iniezione diretta del combustibile e sovralimentati mediante turbosofianti azionate dai gas di scarico. Possono essere comandati a distanza dal copertino di macchina a mezzo di un impianto pneumatico.

Le pompe, collegate ai motori per mezzo di passa parete, sono del tipo centrifugo ad una girante ed hanno una prevalenza di 116 m.

L'esaurimento delle cisterne carico è assicurato da 3 pompe alternative a vapore da 320 m³/116 m.

Un apposito impianto munito di elettroventilatore azionato da turbina a vapore provvede alla degasificazione delle cisterne aspirando i gas dalle stesse tubolature del carico.

Per la pulizia delle cisterne è sistemato un impianto dotato di proprio riscaldatore che a mezzo di una elettropompa centrifuga da 225 t/140 m fornisce l'acqua calda necessaria alle manichette « butterworth ».

Impianto diesel di emergenza

Sul ponte imbarcazioni è sistemato un gruppo elettrogeno di emergenza da 200 kW azionato da un motore diesel che può avviarsi automaticamente quando la tensione diminuisce al di sotto di un valore predeterminato.

Il motore, fornito dalla FIAT, funziona secondo il ciclo diesel a 4 tempi con sovralimentazione a mezzo turbosofiante ed ha una potenza di 340 Cv a 1200 giri/min.

L'alternatore con eccitatrice coassiale ha una potenza di 250 kVA con tensione ai morsetti di 450 volt.

Impianti di estinzione

La protezione della nave contro l'incendio è assicurata dai seguenti impianti oltre che da un numero appropriato di estintori portatili distribuiti nei vari locali:

- impianto acqua mare per tutta la nave;
- impianto estinzione incendio a CO₂;
- impianto a schiuma chimica per le coperte;
- impianto a vapore per le cisterne da carico.

a) *Impianto estinzione ad acqua di mare.* - Tale impianto è costituito da una tubazione che percorre tutta la nave in modo da assicurare che il getto normale di una manichetta ad essa collegata possa raggiungere qualsiasi parte dello scafo.

Le pompe adibite a questo servizio sono mosse elettricamente ed hanno le seguenti caratteristiche:

- elettropompa centrifuga da 178 t/65 m;
- elettropompe centrifughe da 225 t/140 m.

Per soddisfare le norme della Convenzione di Londra 1960 la nave è inoltre fornita di una elettropompa centrifuga da 150 t/140 m sistemata in un apposito locale fuori del locale motore, e collegata sia alla tubolatura ad acqua di mare che all'impianto estinzione a schiuma.

b) *Impianto estinzione a CO₂.* - La nave è munita di un impianto estinzione incendio a CO₂ per la protezione del locale motori, del locale caldaie, del locale pompe da carico e del locale emergenza.

La centrale bombole, sistemata a poppa sul ponte imbarcazioni, è munita di 195 bombole che possono saturare il locale più grande con una quantità di gas libero maggiore del 10% di quella prescritta dalla Convenzione di Londra.

c) *Impianto estinzione a schiuma chimica.* - Per poter fronteggiare un incendio che si sviluppasse in coperta la nave è munita di n. 4 lance-cannone orientabili, capaci ognuna di produrre 12.000 litri di liquido schiumogeno al minuto.

Le lance sono alimentate con acqua di mare a mezzo di due elettropompe centrifughe da 225 t/140 m ciascuna.

Impianto frigorifero

L'impianto frigorifero per le celle viveri ha una potenzialità di circa 30.000 frig./h prodotte da due gruppi frigoriferi gemelli funzionanti a Freon 12. Tutte le apparecchiature refrigeranti sono costituite da aerorefrigeranti comandati automaticamente da appositi termostati.

Un gruppo autonomo da 4500 frig./h è adibito alla refrigerazione dell'acqua potabile dalla temperatura di 35° a 2°C e può raffreddare 250 litri di acqua all'ora a mezzo di apposito refrigerante; inoltre provvede a refrigerare un armadio frigorifero da 1000 litri. Ambedue gli impianti sono completamente automatici e sono mossi da motori elettrici.

Impianto elettrico

L'impianto elettrico è alimentato con corrente alternata trifase a 60 Hz e funziona alla tensione di 440 V per i circuiti forza, a 220 V per i servizi di cucina ed a 115 V per la luce, i fanali di navigazione, i servizi delle riposterie e gli impianti di segnalazione di macchina e coperta.

La corrente alternata a 440 V è fornita da tre diesel-alternatori da 880 kVA, pari a 700 kW a cos ϕ 0,8 e da un turbo-alternatore da 750 kVA pari a 600 kW a cos ϕ 0,8. La corrente alternata a 220 V ed a 115 V è ottenuta a mezzo di gruppi di trasformatori trifasi, costituiti da terne di trasformatori monofasi, del tipo in aria.

A poppa del ponte imbarcazioni, in un apposito locale, è sistemato un gruppo diesel-alternatore d'emergenza da 250 kVA, pari a 200 kW a $\cos\phi$ 0,8.

La corrente continua necessaria per gli impianti telefonici, per le suonerie di chiamata, per le suonerie d'allarme e per l'impianto luce soccorso a 24 V è fornita da batterie accumulatori del tipo al cadmio nichel.

Al funzionamento in condizioni d'emergenza dei fanali di navigazione provvede una batteria accumulatori a 115 V che interviene automaticamente quando la tensione della rete normale d'alimentazione scende al di sotto dell'80% del valore nominale.

del ponte di comando è a disposizione un impianto interfonico con due centralini sistemati nella tuga pilotaggio, e con altoparlanti distribuiti nei corridoi, nei locali di ritrovo ed ai posti di manovra a poppa, a prora e nel locale macchine.

Per la sicurezza dell'equipaggio in navigazione sono sistemati a bordo i seguenti impianti di allarme e segnalazione:

Un impianto avvisatori manuali d'incendio costituito da un quadretto indicatore nella tuga pilotaggio e da 18 pulsanti di allarme a rottura di vetro distribuiti lungo la nave.

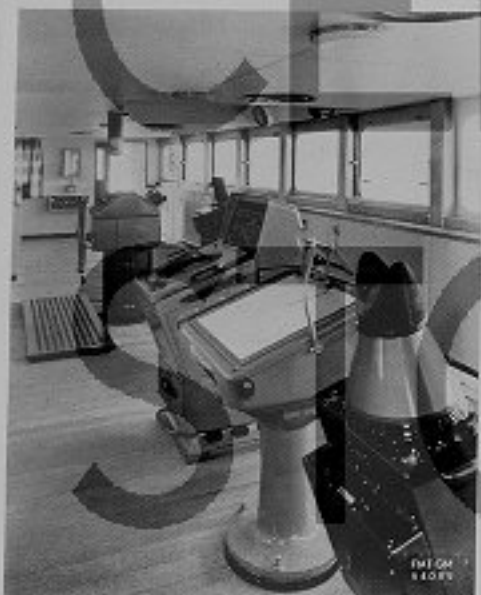


Fig. 3 - Ponte di comando



Fig. 4 - Quadro manovra motore principale e quadri elettrici, disposti lateralmente al motore su un copertino intermedio

Per la distribuzione della corrente a bordo sono sistemati rispettivamente nel locale macchina e nel locale del gruppo emergenza un quadro principale ed un quadro d'emergenza.

I due quadri, collegati fra loro, alimentano direttamente gli utenti più importanti e di maggiore potenza.

Gli utenti di minore importanza sono derivati da appositi sottoquadri di distribuzione.

I locali macchine, i corridoi e le salette sono illuminati da lampade a luce fluorescente. Gli appartamenti e gli alloggi sono illuminati con lampade a luce incandescente. In tutti gli appartamenti ed alloggi è sistemata una presa d'antenna, collegata ad un amplificatore facente parte di un impianto antenna collettivo, che permette la ricezione con apparecchi radioriceventi. Per le comunicazioni fra i locali di servizio e gli alloggi del Comandante, del Direttore di Macchina e dei Primi Ufficiali di coperta e di macchina sono stati installati un impianto di telefoni automatici ed un impianto di telefoni magnetofonici.

Per la trasmissione degli ordini di servizio e di manovra

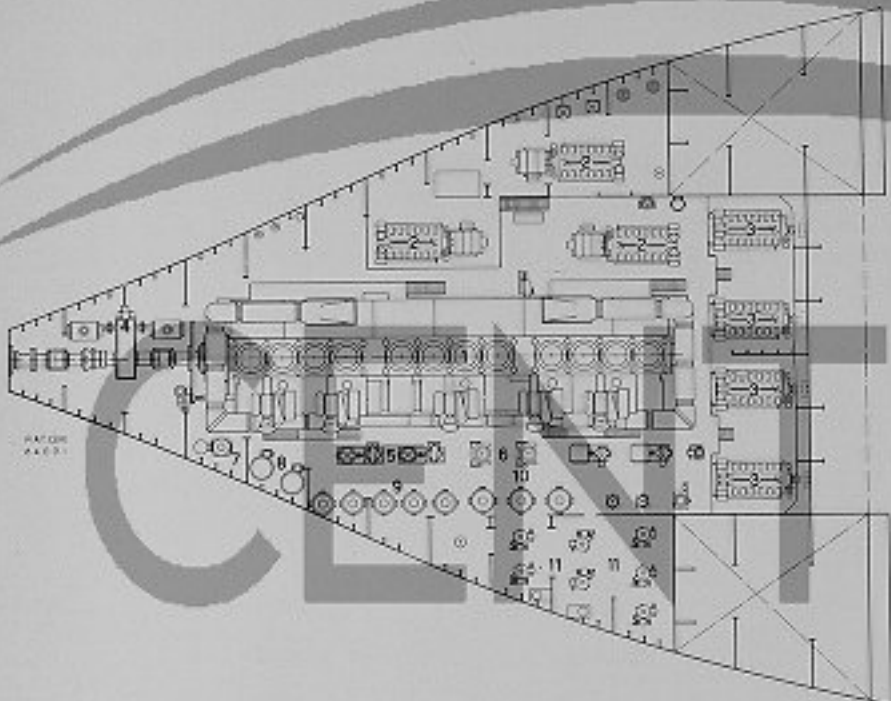
Un impianto allarme generale costituito da 13 suonerie e da 2 claxon disposti per tutta la nave e comandati da un interruttore sistemato nella tuga pilotaggio.

Un impianto per segnalazione « uomo in mare » con 4 pulsanti sistemati all'esterno sui casseri, 2 a prora e 2 a poppa, ed un claxon sistemato in tuga pilotaggio.

Un impianto allarme macchina con claxon sistemato nei corridoi degli alloggi degli ufficiali macchinisti e pulsanti di comando nel locale motori.

Un impianto allarme celle frigorifere con pulsanti nelle celle e suoneria d'allarme in cucina.

L'impianto R. T. è alimentato a 440 V dal quadro emergenza ed è costituito da un quadro generale di distribuzione, un trasmettitore O. C. TS 55, un trasmettitore O. M. TS 76, un trasmettitore d'emergenza TS 57, un ricevitore RP 40, un ricevitore RP 41 con terminale telefonico, un ricetrasmittitore R. T. F. Narvalo, un autoallarme Ao 4, un ricevitore radiogoniometro, un apparato R. T. F. - VHF Redifon GR 286 II, un manipolatore automatico, i tasti manipolatori ed i quadri per la carica delle batterie accumulatori.



- 1 - Motore principale FIAT 9012 S
- 2 - Gruppi elettrogeni con motori FIAT 2312 SS
- 3 - Pompe di carico con motori FIAT 2312 S
- 4 - Pompe olio sistema Guinand
- 5 - Pompe idrodinamiche acqua dolce e acqua di mare
- 6 - Pompa acqua emergenza
- 7 - Elettroganglio olio
- 8 - Filtri olio autopulitori
- 9 - Refrigeranti olio
- 10 - Refrigeranti acqua
- 11 - Depuratori olio e nafta
- 12 - Pompe servizi generali

Fig. 5 - Pianta del locale macchine

L'apparato motore

L'apparato motore, realizzato in modo da consentire sicurezza di funzionamento e facilità di manovra, permette la massima economia di esercizio.

Il motore di propulsione FIAT tipo 9012 S, può sviluppare una potenza normale di 25.200 Cv a circa 22 giri/min. Alle prove al banco ha raggiunto la potenza di oltre 32.500 Cv. È del tipo a 2 tempi a semplice effetto, sovralimentato, con testa a croce, a 12 cilindri del diametro di 900 mm, corsa degli stantuffi 1600 mm, iniezione diretta dell'olio combustibile, avviamento ad aria compressa.

Può funzionare sia a combustibile normale (Diesel Oil) che con nafta extra densa (Bunker C). Per la sovralimentazione sono impiegate cinque turbosoffianti azionate dai gas di scarico degli stessi motori.

Di particolare interesse è l'impianto di produzione del vapore, sia per quanto concerne la sicurezza che l'economia.

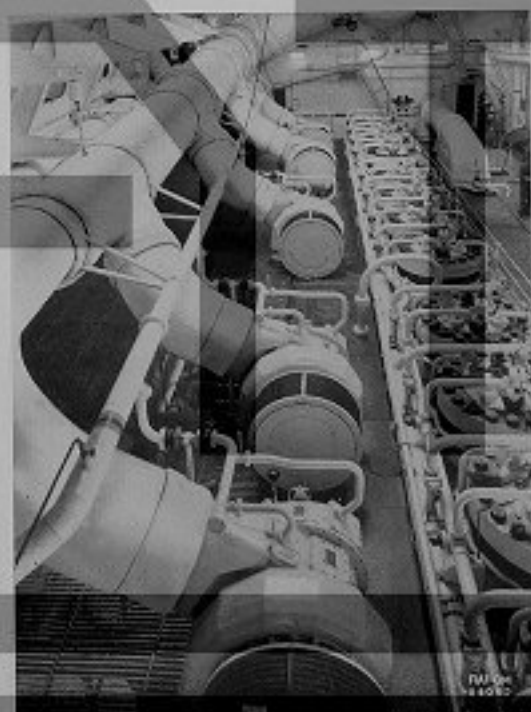
Questo impianto è composto anzitutto di due caldaie a tubi d'acqua a forma di D, funzionanti alla pressione massima di 30 kg/cm². Per evitare ogni pericolo di inquinamento, il vapore erogato da queste caldaie non viene utilizzato direttamente, ma serve solamente quale mezzo riscaldante nei generatori a B.P., per produrre altro vapore alla pressione di 12 kg/cm².

Si ha così una doppia evaporazione con due circuiti di vapore, dei quali quello ad alta pressione è completamente chiuso. Le caldaie a nafta non necessitano quindi di alcuna alimentazione ma solamente di un supplemento di acqua distillata in caso di perdite. I due generatori a B.P. sono atti ciascuno a produrre 15 tonnellate di vapore all'ora alla pressione di 12 kg/cm² quando sono alimentati con il vapore a 30 kg/cm² delle caldaie a nafta.

Per recuperare, per quanto possibile, il calore dei gas di scarico all'uscita dalle turbosoffianti, sulla condotta dei gas di scarico è stata sistemata una caldaia a ricupero del tipo a tubi alettati con circolazione forzata, atta a produrre 8000 kg/h di vapore ad 8 kg/cm².

La circolazione avviene fra questa caldaia a ricupero ed i generatori a bassa pressione che fungono quindi da collettori di vapore.

Fig. 6 - Parte superiore del motore nella sala macchine della nave. Sono visibili le testate cilindri e le cinque turbosoffianti di sovralimentazione



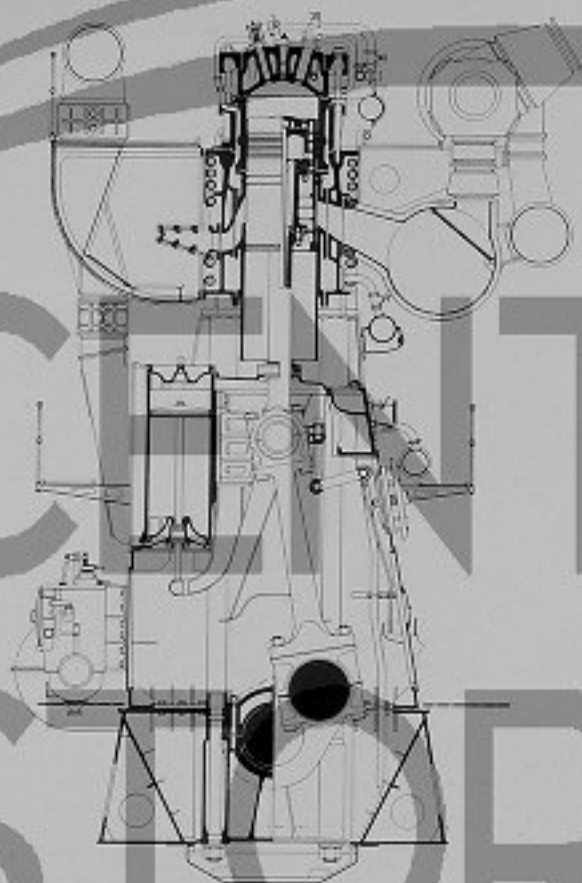


Fig. 7 - Sezione trasversale

Fig. 8 - Motore 9012 S nella sala prove



Sia che venga prodotto dalle caldaie a nafta che dalla caldaia a gas di scarico, il vapore utilizzato è prelevato sempre dal duomo dei generatori a B. P.

In normale navigazione il vapore generato con i gas di scarico viene in gran parte utilizzato in un turboalternatore da 600 kW, dotato di un proprio condensatore sotto vuoto.

Di notevole interesse è l'impianto delle pompe trascinate dalla linea d'alberi che in normale navigazione assicurano la necessaria circolazione di olio lubrificante, acqua dolce ed acqua di mare per il motore principale, consentendo quindi di tenere ferme le corrispondenti pompe elettriche. Si ha così una forte riduzione del fabbisogno di energia elettrica. Grazie a questa sistemazione, durante la normale navigazione non è necessario tenere in funzione alcun diesel alternatore in quanto è sufficiente l'energia elettrica prodotta dal turboalternatore.

L'impianto delle pompe trascinate consiste di due pompe generatrici mosse dalla linea d'alberi per mezzo di un moltiplicatore a catena. Queste generatrici aspirano l'olio dal compartimento di servizio sotto il motore e lo mandano, ad elevata pressione, a due oleomotori che muovono attraverso appositi giunti elastici le pompe acqua dolce ed acqua mare. L'olio uscente dagli oleomotori va a lubrificare il motore principale.

Quale riserva e per il servizio di porto sono installati tre gruppi diesel alternatori ciascuno della potenza di 700 kW.

Per un efficiente controllo dell'apparato motore, tutte le più importanti segnalazioni ed allarmi sono concentrati nei quadri di manovra sistemati in vicinanza del banco di manovra del motore principale, che è piazzato sul primo copertino a sinistra nave lateralmente al motore. Un quadro con tutti i necessari strumenti di controllo e di regolazione è sistemato nel locale caldaie.

Il motore principale ed i motori ausiliari

Aggiungiamo qui di seguito ulteriori informazioni circa il motore principale ed i motori ausiliari installati su questa motonave.

Per ottenere la potenza occorrente alla propulsione (oltre 25.000 Cv) abbiamo dovuto accoppiare 12 cilindri di tipo 900 (*).

La costruzione di questa macchina è il coronamento di quasi 60 anni di lavoro della FIAT nel campo dei motori diesel; ed è il compendio delle lunghe e severe prove in officina eseguite per la miglior messa a punto del cilindro da 900 mm, prove di cui si è parlato più volte in questo Bollettino (n. 2/1960, n. 4/1963).

Nella costruzione del motore si è anche tenuto conto

(*) Abbiamo già costruito 20 anni or sono otto motori a doppio effetto di 12 cilindri ed un altro motore a 12 cilindri con diametro di 750 mm, installato nel 1958 sulla M/c "Sicilmotor" (ved. Bollettino 4/1958), ha superato con ottimo risultato tecnico ed economico le 34.000 ore di moto, dimostrando con questo che i vari problemi connessi all'accoppiamento di 12 cilindri possono essere risolti in modo eccellente con i mezzi della tecnica progettuale.

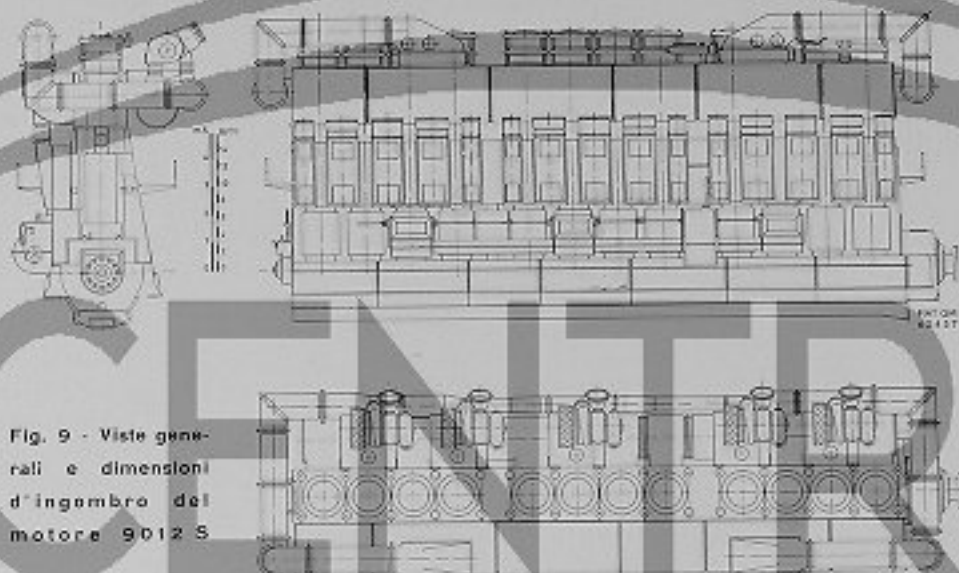


Fig. 9 - Viste generali e dimensioni d'ingombro del motore 9012 S

dell'esperienza acquisita in n. 13 motori tipo 900 già operanti in mare, per un periodo di tempo, che per i primi motori è di circa 2 anni, e per un totale a tutt'oggi di circa 90.000 ore di funzionamento.

Non crediamo sia il caso in questa sede di esporre le varie calcolazioni ed elaborazioni occorrenti per la scelta del bilanciamento, la determinazione della rigidità strutturale, l'analisi del comportamento torsionale ed assiale dell'albero a gomiti. Possiamo però confermare che il collaudo della macchina ha confermato la validità dei calcoli.

Per il resto ricordiamo che questo motore segue

la linea costruttiva di tutti i motori FIAT di grande potenza: e per questo rimandiamo il lettore al nostro Bollettino n. 2 del 1963 dove il motore stesso, tipo 9012 S è stato descritto e dove sono stati riportati i risultati delle prove di officina.

Riportiamo alcune fotografie del motore e delle sue parti principali, come pure la sezione trasversale e il disegno generale di ingombro. Ricordiamo che questo motore ha dato in officina la potenza massima di 32.500 Cv, potenza che per quanto consta non è stata raggiunta fino ad oggi da nessun altro motore diesel.

E' opportuno fare anche menzione dei motori ausiliari tipo 2312 installati su questa nave che sono tutti del tipo veloce a 4 tempi già a suo tempo descritti in questo bollettino (v. Bollettino n. 3/1961). E' però la prima volta che tali motori, largamente impiegati in campo ferroviario, nelle installazioni per le perforazioni petrolifere e in altre applicazioni industriali, sono stati impiegati come ausiliari di bordo in una motonave.

Essi costituiscono una delle prime e più importanti applicazioni della tendenza moderna di impiegare anche per i servizi di bordo motori di tipo veloce, superando i pregiudizi che fino a non molto tempo fa rendevano accettabili per tale servizio soltanto motori di tipo lento.

L'ottimo comportamento dei motori veloci nei campi di impiego sopra citati, ha dato fiducia ai costruttori e agli armatori di più larghe vedute per utilizzare questo tipo di motore anche a bordo delle navi.

D'altra parte nessun altro tipo di motore diesel avrebbe consentito di soddisfare alle necessità di una nave di questo tipo a causa delle rilevanti potenze dei gruppi richiesti. Soltanto la disponibilità di motori leggeri e di piccolo ingombro e di grande potenza ha infatti permesso il comando diretto delle pompe del carico, e la costituzione di gruppi elettrogeni della potenza desiderata.

Come detto innanzi i motori applicati sono tutti del tipo 2312 sovralimentati, da noi costruiti e messi a punto, in primo luogo, per servizio ferroviario. Per tale appli-

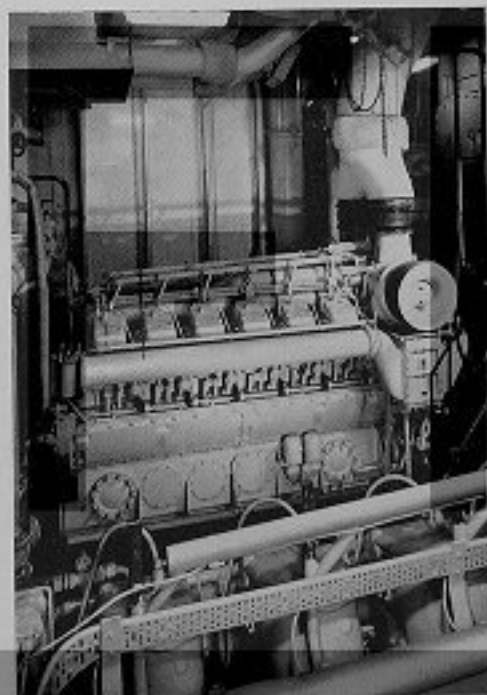


Fig. 10 - Uno dei motori 2312 SS di comando delle pompe da carico. Motori dello stesso tipo sono impiegati per i gruppi elettrogeni

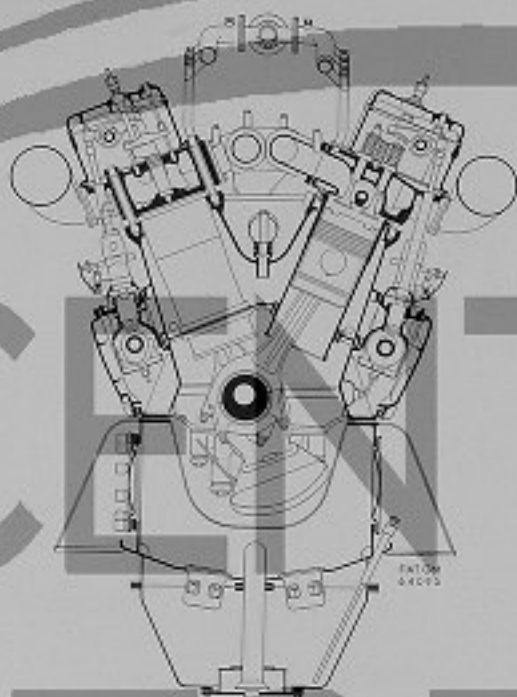


Fig. 11 - Sezione trasversale del motore 2312 SS

cazione essi sono stati collaudati in campo internazionale dall'O.R.E. (Office de Recherches ed d'Essais) ente collegiale delle amministrazioni ferroviarie europee, ed hanno sostenuto la prova U.I.C. (Union Internationale des Chemins de Fer) per la potenza di 2000 Cv a 1000 giri/min.

Sono motori di struttura saldata di tipo leggero ma nello stesso tempo robusta; il peso di ciascun motore è di poco superiore alle 10 t. e corrisponde a circa 5 kg per ogni cavallo di potenza U.I.C.

Ne riportiamo la sezione trasversale e una fotografia.

rimandando per maggiori particolari costruttivi ai precedenti bollettini già citati.

Per l'azionamento delle pompe da carico i motori hanno la potenza di ca. 1600 Cv a 1000 giri e per l'azionamento dei generatori elettrici circa 1140 Cv a 900 giri.

Il motore principale e i motori ausiliari sono tutti comandati e controllati a distanza attraverso banchi di manovra e pannelli di controllo raggruppati in alto sul primo copertino di banco al motore principale.

Prove in mare

Le prove in mare di questa grande unità non hanno potuto essere eseguite nell'Adriatico a causa dei bassi fondali che avrebbero infirmato i risultati di velocità della nave. La nave quindi è stata trasferita a Genova ed ha fatto le prove di collaudo nei giorni 25-26-27 maggio scorso.

I risultati sono stati eccellenti ed hanno confermato le ottime caratteristiche dello scafo che hanno permesso di superare con notevole margine la velocità contrattuale.

Pur rimanendo il motore nei limiti della potenza contrattuale intorno ai 25.000 Cv, la velocità della nave è risultata di 17,95 nodi a mezzo carico e di 17,1 nodi a carico completo.

Tutto il macchinario si è comportato regolarmente dimostrandosi ben proporzionato ed efficiente per il servizio a cui è destinato.

Così dicasi anche per gli impianti di tipo nuovo per i quali non poteva aversi ancora da noi sufficiente familiarità, come ad esempio i gruppi di pompe dei motori idraulici che assicurano il servizio di acqua e di olio al motore principale.

Notevole l'assoluta stabilità del motore principale a tutti i regimi di funzionamento, con completa assenza di qualsiasi vibrazione e un ottimo silenziamento dello scarico.

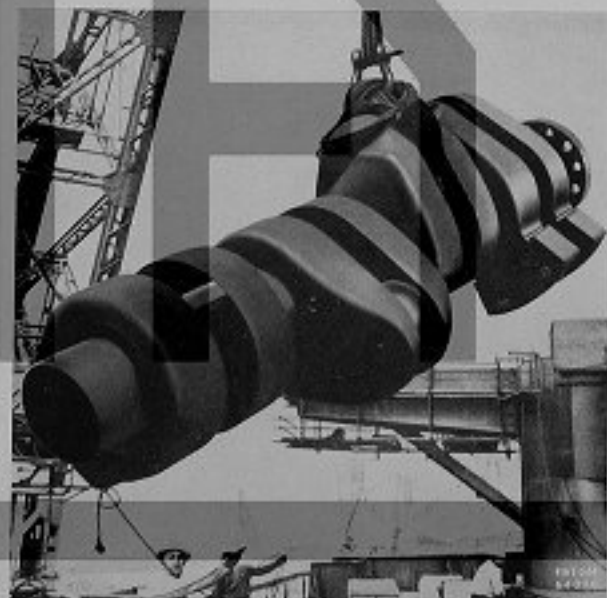


Fig. 12 - Imbarco di uno dei tre elementi dell'albero motore



Fig. 1 - Lo stabilimento "Grandes Motores Diesel", che costruisce i motori diesel FIAT per l'America latina

280 locomotive per l'Argentina

Nel secondo semestre del '63 è entrata in servizio in Argentina la prima di una serie di 280 locomotive diesel elettriche ordinate in Italia dalle Ferrovie dello Stato Argentino.

Le origini di questa cospicua ordinazione risalgono ad alcuni anni or sono, allorché il governo argentino si propose di far sorgere in quel paese una fabbrica di locomotive diesel.

La prima iniziativa del governo argentino atta a realizzare questo programma fu quella di cercare in Europa o in America un costruttore che fosse disposto ad iniziare nel proprio paese la costruzione dei motori, ma che successivamente fosse in condizioni di far costruire o direttamente in proprio o utilizzando imprese locali, una buona parte dei motori in Argentina.

Le trattative intese ad ottenere questo risultato, portarono l'aggiudicazione della fornitura dei motori alla FIAT Grandi Motori. Nell'anno 1952 il nostro Stabilimento ottenne quindi un'ordinazione per la costruzione di 280 motori di cui 80 avrebbero dovuto essere integralmente costruiti in Italia, mentre gli altri 200 secondo un piano accuratamente prestabilito, avrebbero dovuto uscire da un nuovo stabilimento Grandes Motores Diesel che la FIAT avrebbe dovuto costruire a Cordoba, nel quadro di altre iniziative di carattere industriale già in corso di realizzazione, per altri tipi di produzione, da parte del gruppo FIAT.

Questo accordo con la FIAT per i motori avrebbe dovuto essere seguito da altri accordi analoghi con altre ditte per la costruzione in loco del materiale elettrico

ed eventualmente delle parti meccaniche della locomotiva.

La FIAT, a mezzo del nostro Stabilimento Grandi Motori, ha regolarmente intrapreso ed ultimato la produzione dei motori a lei assegnati accertandosi nel contempo, mediante lunghe e costose prove in officina, della rispondenza del proprio prodotto alle necessità del servizio. Ha inoltre costruito in Argentina l'officina della Grandes Motores Diesel, dalla quale effettivamente sono usciti i motori ordinati secondo programma, partendo da un primo gruppo di motori le cui parti erano costruite integralmente a Torino e soltanto montate in Argentina, fino alle ultime serie la cui costruzione è risultata argentina per una percentuale superiore al 60%.

Aggiungiamo a questo punto che in seguito ai risultati di prova dei primi motori costruiti e in seguito alla constatazione delle ottime qualità termiche e meccaniche dei motori stessi, si ravvisò congiuntamente dalla FIAT e dalle Ferrovie dello Stato Argentino, l'opportunità di rivedere l'impostazione iniziale del contratto, sfruttando le possibilità derivanti da una più elevata sovralimentazione. La potenza degli ultimi 150 motori è stata portata da 1050 Cv continuativi e 1200 Cv uniorari iniziali, a 1350 Cv continuativi e 1500 Cv uniorari.

Alla fine del 1957, le Ferrovie dello Stato Argentino indissero una gara internazionale per la fornitura di locomotive che utilizzassero i motori ordinati.

Per l'occasione alcune ditte italiane si associarono costituendo il Gruppo Aziende Italiane Argentine chiamato G.A.I.A., che vinse la gara.



Fig. 2 - Uno dei reparti di montaggio dello stabilimento "Grandes Motores Diesel".

Le ditte partecipanti a tale gruppo sono:

- a) per la parte meccanica: OM - Breda Termomeccanica - Officine Pistoiesi - Cometarsa (Argentina)
 b) per la parte elettrica: Ercole Marelli - C.G.E. - Breda Elettromeccanica - Ansaldo S. Giorgio.

Il progetto, perfezionato per la parte meccanica dalla Breda Termomeccanica e per la parte elettrica dalla Ercole Marelli, prevedeva la realizzazione di una loco-

motiva di media potenza del tipo Co.Co a basso carico per asse ed a scartamento largo (mm 1676).

Per la ripartizione del lavoro ci si accordò come segue:

- a) *Parte meccanica.* - Un lotto di 140 locomotive costruito totalmente in Italia dalle 3 ditte meccaniche.

Un secondo lotto di 140 locomotive allestito in Argentina dalla Cometarsa, con fornitura dall'Italia dei carrelli completi e di altri complessivi difficilmente reperibili in Argentina.

- b) *Parte elettrica.* - Gli equipaggiamenti sono forniti dall'Italia per tutte le 280 locomotive.

I generatori ed i motori di trazione sono forniti per 80 serie dalle ditte italiane e per 200 serie dalla SIAM di Tella (Argentina).

La prima di queste locomotive, montata con un motore da 1350 + 1500 Cv, dopo le opportune messe a punto e collaudi ha iniziato prove di lunga durata in Italia nel maggio 1963, e si trova ancora attualmente in servizio di linea sulla rete delle F. S. italiane. Altre 30 locomotive sono state consegnate alla data del 31.12.1963 alle Ferrovie dello Stato Argentina.

Generalità

Caratteristica comune delle linee argentine ed in particolare di quelle che costituiscono il complesso della rete non elettrificata, è quella di ammettere agli effetti della circolabilità carichi massimi per asse relativamente modesti (15 t).

La limitazione suddetta del peso per asse ha costituito uno dei dati fondamentali per l'impostazione del progetto di una locomotiva di linea per servizio misto viaggiatori-merci, ed ha determinato la scelta del tipo di rodiggio.

Tutte le 280 locomotive sono del tipo « all service » per passeggeri e merci. La cabina di guida è unica e posta ad una estremità. È prevista la manovra nei due sensi di marcia e il comando in multiplo. Il telaio portante appoggia su 2 carrelli a 3 assi a piena aderenza.

Fig. 3 - La locomotiva prototipo in servizio sulle linee delle F. S. Italiane



Fig. 4 - Due locomotive in trazione multipla sulle Ferrovie Argentine





Fig. 5 - Locomotiva diesel elettrica della Ferrovie dello Stato Argentino

Il gruppo motogeneratore produce e trasmette la potenza necessaria ai 6 motori di trazione. L'impianto di frenatura è del tipo pneumatico combinato ad aria compressa ed a vuoto.

Pur essendo installati sulle locomotive motori di potenza diversa, tutti i macchinari elettrici, gli organi di trazione e comando sono identici, unificati sulla potenza maggiore.

Le prestazioni variano leggermente nei due casi. Allo spunto lo sforzo è nei due casi limitato a 30.000 kg con aderenza pari al 30% ma cade rapidamente con l'aumentare della velocità, dato che la potenza installata è relativamente modesta.

Dati caratteristici principali

Dimensioni

— Lunghezza fra i respingenti	mm 17.014
— Lunghezza della cassa	> 15.900
— Larghezza della cassa	> 3.100

— Altezza max sul piano di ferro (in ordine di marcia)	mm 4.290
— Distanza fra i perni del carrello	> 9.580
— Passo rigido dei carrelli	> 3.970
— Scartamento	> 1.676
— Diametro delle ruote (a cerchi nuovi)	> 1.016
— Rapporto di trasmissione	1/4,88
— Raggio minimo di iscrizione in curva a bassa velocità	m 80

Pesi locomotiva in assetto di servizio a 2/3 di scorte

— Parte meccanica e pneumatica	kg 49.100	% 55
— Parte termica ed ausiliari	> 15.850	% 17
— Parte elettrica	> 21.740	% 25
— Rifornimenti (2/3)	> 3.110	% 3

Totale kg 89.800 % 100

— Peso max per asse 15 t

Potenze e prestazioni

a) Per le 130 locomotive equipaggiate con motore diesel FIAT 288 ES prima serie

- Potenza continua di normale utilizzazione del diesel (alla flangia) 1050 Cv a 700 giri/min
- Potenza disponibile per il generatore principale 960 Cv a 700 giri/min
- Potenza disponibile per i macchinari ausiliari 90 Cv
- Potenza ai cerchioni 770 Cv (da 13,4 a 16,35 km/h in servizio orario, da 16,35 a 105,5 km/h in servizio continuo)
- Potenza oraria del diesel (alla flangia) 1200 Cv a 750 giri/min
- Potenza oraria disponibile per il generatore principale 1090 Cv a 750 giri/min
- Potenza oraria disponibile per i macchinari ausiliari 110 Cv
- Potenza ai cerchioni 900 Cv (da 15,2 a 18,7 km/h in servizio orario)
- Sforzo di trazione ai cerchioni corrispondente al carico elettrico continuo 12.800 kg a 16,35 km/h
- Sforzo di trazione corrispondente al carico elettrico orario ai cerchioni 15.600 kg a 15,2 km/h
- Sforzo di trazione max all'avviamento previsto per l'equipaggiamento elettrico 30.000 kg (coefficiente di aderenza corrispondente $f_a = 0,30$)
- Velocità massima della locomotiva km/h 110.

b) Per le 150 locomotive equipaggiate con motore diesel FIAT 288 ES seconda serie

- Potenza continua di normale utilizzazione del diesel (alla flangia) 1350 Cv a 700 giri/min
- Potenza disponibile per il generatore principale 1250 Cv a 700 giri/min
- Potenza disponibile per i macchinari ausiliari 100 Cv
- Potenza ai cerchioni 1000 Cv (da 17,6 a 21,7 km/h in servizio orario, da 21,7 a 87,2 km/h in servizio continuo)
- Potenza oraria del diesel (alla flangia) 1500 Cv a 750 giri/min
- Potenza oraria disponibile per il generatore principale 1380 Cv a 750 giri/min
- Potenza oraria disponibile per i macchinari ausiliari 120 Cv
- Potenza ai cerchioni 1130 Cv (da 19,7 a 25,6 km/h in servizio orario)
- Sforzo di trazione ai cerchioni corrispondente al carico elettrico continuo 12.500 kg a 21,7 km/h
- Sforzo di trazione corrispondente al carico elettrico orario ai cerchioni 15.400 kg a 19,7 km/h
- Sforzo di trazione max all'avviamento previsto per l'equipaggiamento elettrico 30.000 kg (coefficiente di aderenza corrispondente $f_a = 0,30$)
- Velocità massima della locomotiva 110 km/h.

Parte meccanica

Cassa

La cassa della locomotiva comprende il telaio portante e sovrastrutture varie del tipo alleggerito in piegati di lamiera d'acciaio.

Il telaio principale è composto da 2 longheroni centrali con sezione a doppio T per contenere le sollecitazioni di flessione e di tamponamento. Opportunamente collegati con due traverse di testata, per l'attacco degli organi di trazione e repulsione, i longheroni poggiano sui carrelli tramite due traverse principali intermedie portanti i perni di ralla.

Il principale legame trasversale del telaio è costituito dalle numerose traverse secondarie che contribuiscono ad aumentare la resistenza alla torsione ed al carico deviato di tamponamento.

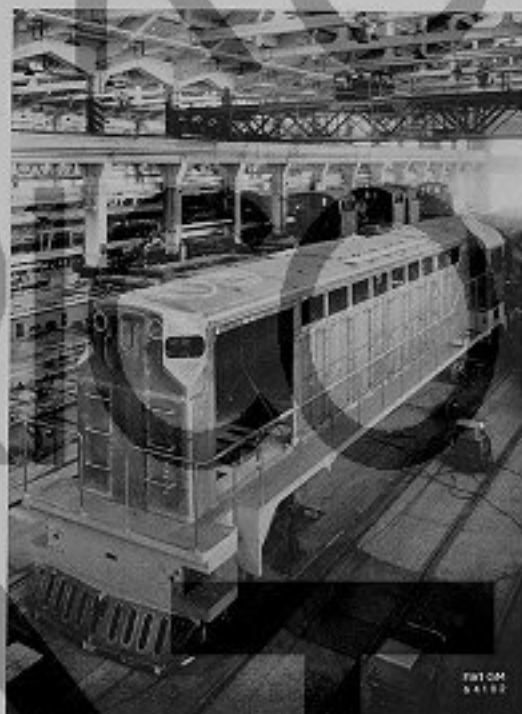


Fig. 6 - Allestimento della cassa

Due serie di mensole, disposte esternamente ai longheroni e collegate longitudinalmente da profilati esterni a C, costituiscono il praticabile che si estende ai quattro lati della locomotiva. Il telaio è tutto saldato all'arco elettrico.

Sulle due testate sono montati robusti parabulfi in lamiera d'acciaio rinforzata, mentre i respingenti sono incernierati e rientranti, come richiesto nel capitolato EFEA per esigenze di servizio.

Il telaio portante sottoposto a prove di carico e tamponamento ha dimostrato una notevole rigidità. Anche sotto carico di compressione deviata dopo assestamento il ritorno elastico delle deformazioni si rilevò totale.

Le sovrastrutture della cassa, di tipo leggero in lamiera e profilati, comprendono la cabina di guida, posta ad una estremità ed il compartimento macchine.

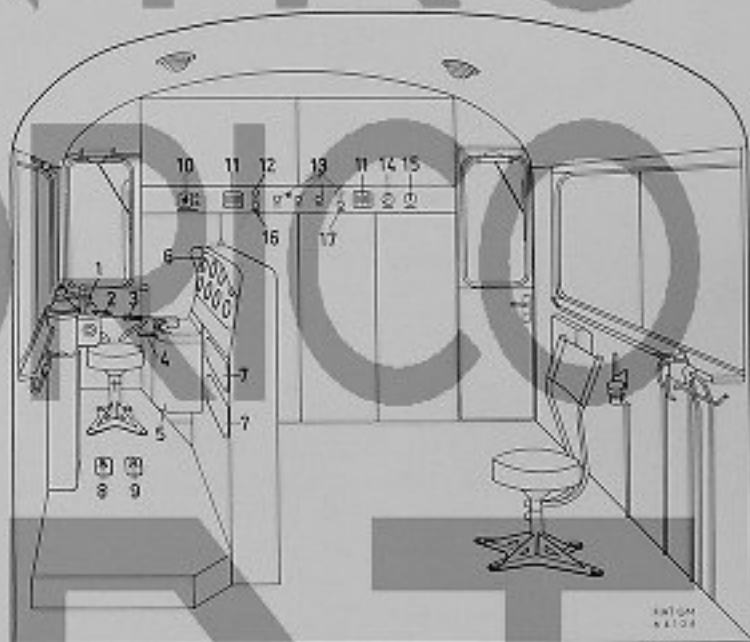
La cassa è circondata da comodi praticabili in lamiera antisdrucchiolante fiancheggiati da corrimano, vi si accede tramite 4 scalette di servizio poste agli angoli del telaio.



Fig. 7 - Posto di manovra

- 1 - Freno moderabile
- 2 - Freno di emergenza
- 3 - Leva di comando velocità
- 4 - Leva di comando invertitore
- 5 - Controller
- 6 - Quadro strumenti controllo e allarme
- 7 - Quadri comando luci
- 8 - Pulsante e pedale uomo morto
- 9 - Pulsante e pedale comando sabbiera
- 10 - Invertitore avviamento a lampade controllo caldaia preiscald diesel
- 11 - Invertitori magnetotermici circuiti principali e ausiliari
- 12 - Pulsante avviamento diesel
- 13 - Lampade di segnalazione mancanza pressione circuiti olio e acqua e inserimento sale
- 14 - Ampermetro batteria
- 15 - Esclusione motori di trazione
- 16 - Pulsante arresto di emergenza
- 17 - Pulsante nastro rete di terra e rete ad impulso

Fig. 8 - Interno cabina



munite di filtri assicurano la ventilazione e l'entrata di aria depurata.

Adiacente alla cabina e con 4 porte a battente aprentesi in essa, è situato l'armadio per l'equipaggiamento elettrico. Immediatamente di fronte si trovano i serbatoi dell'aria e quindi un ventilatore per motori di trazione collegato con cinghie all'estremità del generatore principale. Pure collegato ad esso con cinghie è il gruppo eccitatrice-generatore ausiliario.

Lungo i lati del motore diesel, direttamente collegato al generatore, sono stati disposti la pompa alimentazione, i filtri olio e combustibile e la pompa di prelubrificazione.

Anteriormente, il compressore-pompa a vuoto prende il moto dal diesel; lateralmente a questo sono disposti lo scambiatore di calore per l'olio, la caldaia di preriscaldamento Webasto ed il secondo ventilatore per motori di trazione.

Nel comparto radiatori, oltre ai due elettroventilatori,

È prevista la possibilità di passaggio in servizio fra due locomotive o fra locomotiva ed il treno con appositi ponticelli rialzabili. Alla cabina si accede tramite due porte che si aprono anteriormente e posteriormente sui praticabili.

La sistemazione del comparto macchine e della cabina è tale da consentire al manovratore una buona visibilità nei due sensi di marcia e per migliorarla, il pavimento della cabina è stato alquanto rialzato rispetto al piano del telaio.

Il serbatoio del combustibile è stato posto sotto la parte centrale della cassa, nel tratto compreso fra i due carrelli ed opportunamente protetto. Al fine di permettere il facile montaggio e smontaggio del gruppo motogeneratore, il tetto del compartimento macchine pur a tenuta stagna, può essere facilmente rimosso.

Le fiancate sono munite lungo tutta la loro lunghezza da porte di ispezione a battente trattate con antivibrante e a perfetta tenuta. Sopra ad esse apposite aperture

è sistemata una elettropompa di circolazione acqua per il raffreddamento intermedio dell'aria di alimentazione diesel.

Apposite aperture laterali munite di filtri a rete imbevuti di olio consentono la depurazione preliminare dell'aria introdotta in macchina. L'alimentazione del diesel è assicurata con aria prelevata dall'interno locomotiva, quindi già filtrata, e ulteriormente depurata da normali filtri a secco. Il generatore principale aspira l'aria interna del comparto e la espelle direttamente all'esterno tramite apposite condotte laterali.

Anche i ventilatori centrifughi dei motori di trazione aspirano l'aria del comparto inviandola tramite opportune condotte flessibili ai 6 motori. Una parte di aria del ventilatore posteriore è deviata verso l'armadio apparecchiature elettriche per assicurarne la ventilazione e la pressurizzazione.

La cabina di guida predisposta per la manovra nei due sensi di marcia ha gli organi di comando disposti

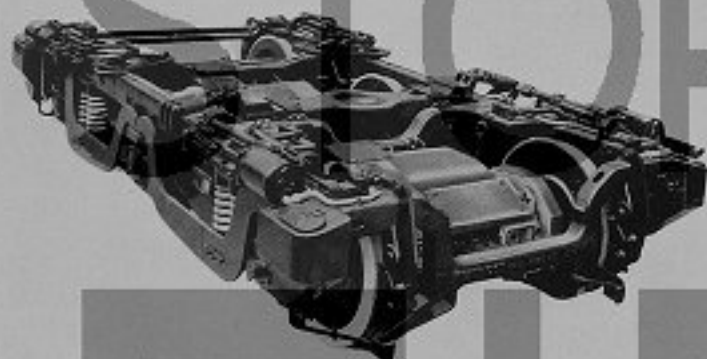
in modo insolito ma funzionale; esiste un solo posto di manovra, usabile nei due sensi previo spostamento dell'unico sedile.

Il cruscotto strumenti è posto lateralmente per non limitare la visibilità.

La sicurezza di marcia anche con un solo manovratore è garantita dal dispositivo « uomo morto » del tipo a funzionamento istantaneo senza alcun ritardo né in tempo né in spazio. Presso il posto di guida c'è un pedale; togliendo la pressione da questo pedale il dispositivo diseccita il generatore, mette al minimo il diesel, fa suonare l'allarme in cabina di guida ed applica alla locomotiva la frenatura d'emergenza.

Se il conduttore desidera togliere il piede dal pulsante durante la marcia può farlo ma deve prima schiacciare il pulsante posto sulla leva di manovra o quello supplementare posto dal lato aiuto macchinista. Mediante questo secondo pulsante è possibile l'osservazione dei segnali e la manovra della locomotiva anche da questo lato.

Fig. 9 - Carrello completo



Carrelli

I due carrelli della locomotiva sono a 3 assi e a piena aderenza, la sospensione verticale è a due stadi; piccoli spostamenti laterali del carico sono consentiti dalla trave oscillante non baricentrica a sospensione pendolare.

La struttura portante di questo carrello è realizzata con un telaio di acciaio fuso in un sol pezzo costituito da due longheroni a sezione chiusa collegati da due traverse principali e due d'estremità.

Il telaio grava, tramite molle ad elica, sulle boccole a mezzo doppi bilanciari a collo di cigno. Parasale del tipo tradizionale contrastano le spinte longitudinali e trasversali trasmesse alle boccole.

Le superfici di attrito sono ricoperte da piastre saldate in acciaio speciale al manganese.

Il telaio della locomotiva appoggia su due pattini situati sulla trave oscillante e direttamente sul telaio del carrello, tramite due appoggi cilindrici molleggiati. Questi lavorano

in bagno d'olio e ricevono il carico della cassa mediante robusti moltoni ad elica.

Le forze longitudinali e trasversali sono trasmesse ai carrelli con il classico perno di ralla a sede sferica che fa parte della traversa oscillante. Questa scorse all'interno di una feritoia realizzata nella traversa centrale del carrello ed è guidata in questa da pattini, contropattini ed ammortizzatori trasversali. La sospensione della trave è assicurata verticalmente da due paia di doppie molle a balestra trasversali poggianti su una robusta culla collegata al telaio del carrello con quattro pendini inclinati.

Lo schema meccanico e la disposizione dei motori sono studiati avendo di mira la massima utilizzazione dell'aderenza ossia il minimo trasferimento di peso da asse ad asse.

Un dispositivo di regolazione della sospensione primaria consente di distribuire uniformemente sulle sale il peso della locomotiva.

Gli assili in acciaio fucinato del tipo a lasello esterno completamente torniti e rigorosamente controllati, montano ruote in acciaio monoblocco calettate a caldo.

Il diametro delle ruote nuove è di 1016 mm, mentre la larghezza del cerchione è di 140 mm.

Le corone di trasmissione in acciaio ad alta resistenza, cementate e rettificato, sono pur esse calettate a pressa idraulica e con minima tolleranza sulle sale. Le boccole in acciaio fuso, scorrevoli su guide parasale, sono del tipo con cuscinetti a rulli.

I 3 motori di trazione montati su ogni carrello hanno una sospensione del tipo a naso realizzata elasticamente con telaio molleggiato. Sono così assorbite dalla sospensione dei motori le punte di coppia altrimenti comunicate alla trasmissione.

Gli ingranaggi della coppia di riduzione del tipo rigido con dentatura dritta, sono racchiusi in un carter a tenuta ermetica e lavorano in bagno d'olio.

Il freno pneumatico agisce sui cerchioni tramite due ceppi per ogni ruota comandati da una timoneria e da 4 soli cilindri orizzontali di comando per ogni carrello.

Ogni cilindro agisce su una coppia esterna di ceppi e su un ceppo della ruota centrale. I ceppi sono in acciaio fuso senza bordo e facilmente sostituibili.

La timoneria composta da leve e tiranti ha dispositivi di regolazione validi fino ad un limite di usura combinato ruota + ceppo di 75 mm; le articolazioni del leveraggio freno hanno perni e boccoline del tipo spaccato ricambiabili in acciaio altamente resistente all'usura.

Gli assi esterni dei due carrelli sono provvisti del dispositivo di sabbatura nei due sensi di marcia. Quattro casse della capacità di 340 kg montate ai lati del telaio di ciascun carrello, assicurano con comando elettropneumatico, automatico o volontario, lunga autonomia di servizio.

Parte termica

Caratteristiche generali del diesel

Il motore è stato ordinato dal cliente come una macchina a 8 cilindri in linea, avente diametro di 280 mm e corsa di 360 mm, doveva sviluppare la potenza continuativa in servizio di 1050 Cv a 700 giri/min con possibilità di sovraccarico utilizzabile in servizio di 1200 Cv a 750 giri/min. Queste prestazioni corrispondono rispetti-

vamente a pressioni medie effettive di circa $7,6 \text{ kg/cm}^2$ e $8,15 \text{ kg/cm}^2$, e a velocità di stantuffo di $8,4 \text{ m/s}$ e 9 m/s .

Come detto avanti al secondo gruppo di 150 motori la potenza è stata aumentata rispettivamente a 1350 Cv in servizio continuativo e 1500 Cv in servizio uniorario, rimanendo invariato il rispettivo numero di giri; con questo la pressione media è salita a $9,2 \text{ kg/cm}^2$ in servizio continuo e a $10,3 \text{ kg/cm}^2$ in servizio uniorario. Questa maggior potenza è stata ottenuta modificando l'impianto di sovralimentazione ed introducendo un raffreddamento intermedio sulle uscite dell'aria dalle turbosofianti. Inoltre in relazione ad una certa evoluzione nel disegno dei motori e alle esigenze derivanti dalla maggior potenza, è stata migliorata la costruzione di un certo numero di parti. Fra le modifiche più importanti sono quelle apportate alla costruzione degli stantuffi che sono passati dalla costruzione iniziale prescritta dal Cliente in duralite fucinata, ad una costruzione fusa con inserita serpentina di raffreddamento.

Daremo qui di seguito la descrizione generale del motore riferendoci in modo particolare alla variante di maggior potenza, rimandando alla fine di questo articolo un certo numero di informazioni che riteniamo interessanti circa lo sviluppo del progetto, e circa le lunghe ed interessanti prove eseguite in un primo tempo per la messa a punto e successivamente per ottenere maggiori prestazioni rispetto al progetto iniziale.

Descrizione del motore diesel

La ossatura del motore è stata disegnata secondo un criterio abbastanza convenzionale, seguendo lo stile dei motori di tipo industriale; e come tale risulta abbastanza diversa da quella che oggi viene quasi universalmente usata per motori ferroviari. È stato infatti richiesto nelle specifiche contrattuali che l'albero a gomito appoggiasse su basamento di tipo convenzionale e non fosse appeso all'incastellatura.

Il basamento, di costruzione molto rigida, è costituito da due longheroni di lamiera saldata che si prolungano da una estremità del motore per sostenere il generatore elettrico. Fra questi longheroni sono inserite, mediante saldatura, 9 traverse di acciaio fuso che sostengono i cuscinetti di banco. Il basamento è chiuso inferiormente con una struttura di lamiera saldata che costituisce il serbatoio dell'olio di lubrificazione. È ricavato un apposito pozzetto nel quale è portata l'aspirazione della pompa olio di lubrificazione attraverso un gruppo di filtri magnetici.

L'albero a gomito appoggia sul basamento mediante cuscinetti rivestiti di metallo bianco, di spessore relativamente elevato rispetto a quanto oggi praticato. I cuscinetti sono chiusi sul basamento mediante cappelli di acciaio stampato.

All'estremità del basamento dal lato della generatrice elettrica è stato montato un cuscinetto di banco supplementare destinato a sostenere il peso del rotore del generatore elettrico, che è stato costruito con un solo supporto.

Una serie di bulloni di notevole lunghezza collega il basamento all'incastellatura interamente costruita in struttura saldata e provvista di grandi aperture anteriori e posteriori. La parte superiore dell'incastellatura, che

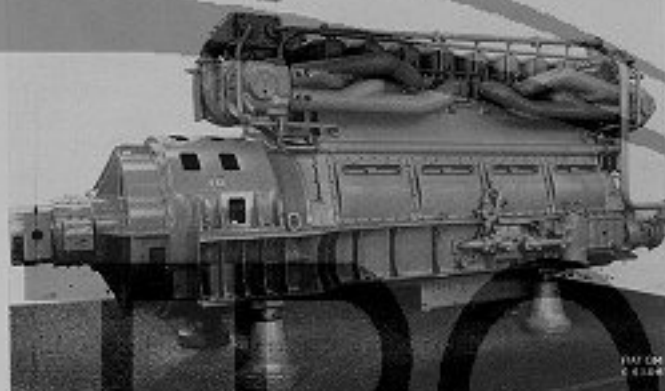


Fig. 10 - Motore FIAT tipo 288 ESS visto lato scarico

porta le camicie dei cilindri, costituisce con la parete esterna la camera per l'acqua di raffreddamento.

Una piastra di acciaio debitamente lavorata chiude verso l'alto l'incastellatura e sulla piastra sono avvitati i bulloni di collegamento con le testate dei cilindri. Su un lato dell'incastellatura è applicata una struttura in alluminio che supporta l'albero della distribuzione, il quale viene a trovarsi nell'interno della camera delle manovelle.

Al di sopra di tale struttura e quindi separate dalla camera delle manovelle di cui sopra, si trovano le pompe del combustibile, chiuse queste ultime in una camera che le protegge dalla polvere. Si è ottenuto con questo una completa separazione delle pompe del combustibile rispetto alla camera delle manovelle e si è evitata la possibilità di inquinamento dell'olio lubrificante in conseguenza di accidentali perdite di combustibile, pur conservando la possibilità di agevole controllo ed ispezione delle pompe. L'incastellatura porta le camicie dei cilindri motori costruite di ghisa ad alta resistenza.

Le testate dei cilindri sono di ghisa; sono collegate all'incastellatura mediante prigionieri, hanno due valvole per l'aspirazione e due valvole per lo scarico ed un polverizzatore centrale per il combustibile. L'aspirazione e lo scarico sono ai due lati opposti delle testate. Entro apposite scatole di alluminio situate al di sopra della testata sono chiuse le punterie e i bilancieri che comandano le valvole.

L'albero a gomiti ha il diametro di mm 220 per cuscinetti di banco e di 195 mm per i cuscinetti di testa di biella, è costruito in acciaio ad alta resistenza con superficie di lavoro non indurita.

Come tutti i motori a 4 tempi 8 cilindri, il motore è automaticamente bilanciato per quanto riguarda forze di inerzia e forze centrifughe rotanti e non dovrebbe pertanto trasmettere alcuna reazione all'esterno dovute alle azioni di cui sopra, purché la struttura del motore sia sufficientemente rigida per compensare nel suo interno le opposte azioni senza eccessive deformazioni.

Tuttavia si è ritenuto opportuno contrappesare le quattro manovelle centrali dell'albero a gomiti in modo da bilanciare i cilindri 3-4-5-6 con una quota di forze rotanti pari a circa il 50% per ridurre in modo notevole il carico sul cuscinetto centrale di banco. In relazione alle esigenze del servizio ferroviario che comporta un funzionamento entro un campo di giri naturalmente ampio

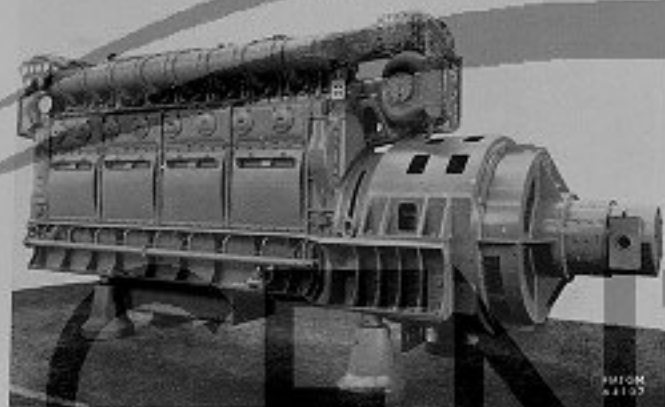


Fig. 11 - Il motore visto lato aspirazione

è stato inserito all'estremità dell'albero a gomiti opposto al generatore elettrico, uno smorzatore torsionale di tipo Holset.

Le bielle sono di acciaio stampato col fusto a sezione di doppio T; n. 4 bulloni collegano il fusto della biella con il relativo cappello. Anche qui i cuscinetti di testa di biella sono rivestiti di metallo bianco, e lo spessore delle boccole è di 12,4 mm.

Gli stantuffi per il motore a più alta sovralimentazione sono di alluminio fuso con serpentine di raffreddamento incorporate e l'olio che circola in queste serpentine viene prelevato dal cuscinetto di piede di biella e viene scaricato nell'incastellatura.

Lo stantuffo è sagomato dal lato della camera di combustione con l'intento di ottenere una buona distribuzione dei getti del combustibile e dell'aria. Sulla

corona esterna dello stantuffo sono previste incamerature atte a consentire che le valvole di aspirazione e di scarico possano rimanere aperte contemporaneamente al punto morto superiore e consentire quindi il lavaggio della camera di combustione.

Su questo motore infatti è stato adottato un notevole ricoprimento fra le aperture delle valvole in modo da ottenere al termine della corsa di scarico una ulteriore circolazione d'aria nella camera di combustione.

L'albero della distribuzione è comandato mediante ingranaggi cilindrici a denti inclinati dall'albero motore; altri ingranaggi trasmettono il moto alla pompa principale per l'acqua di circolazione nel motore e alla pompa dell'olio di lubrificazione.

L'impianto di sovralimentazione del motore è costituito da due gruppi di turbosofianti Brown Boveri tipo VTR 250 Z disposte rispettivamente alle due estremità del motore. Le turbine sono collegate rispettivamente allo scarico dei 4 cilindri adiacenti, le soffianti centrifughe mandano l'aria in parallelo alle due estremità in un tubo collettore, previo raffreddamento a mezzo di un refrigerante in cui circola l'acqua che a sua volta viene raffreddata da apposito gruppo di radiatori.

Una apposita pompa indipendente da quella del motore principale, ed azionata da motore elettrico, assicura il movimento dell'acqua fra i refrigeranti dell'aria e i radiatori sulla locomotiva.

Il motore è provvisto di un regolatore che agisce contemporaneamente sull'iniezione del combustibile e sulla regolazione dell'impianto elettrico a seconda della potenza richiesta.

Maggiori informazioni su questo punto saranno date in seguito trattando appunto dei dispositivi di comando e di controllo del motore.

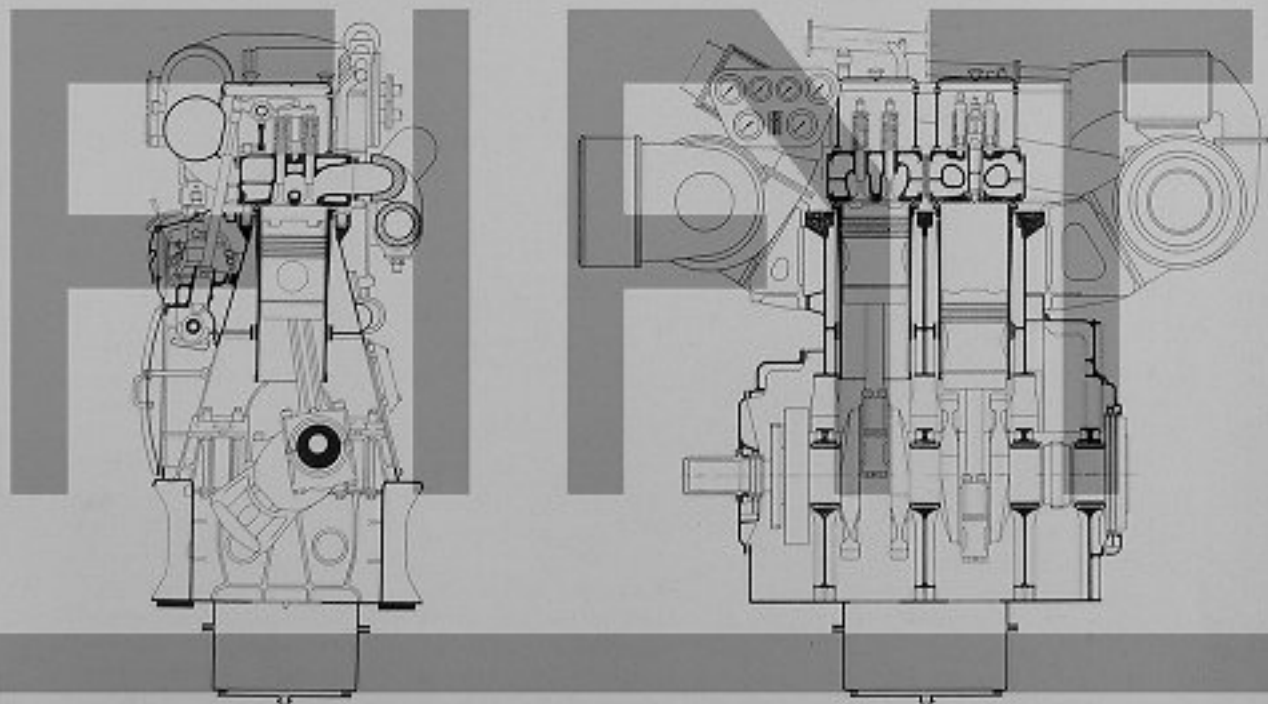


Fig. 12 - Sezioni trasversale e longitudinale del motore 288 ESS

Utilizzazione della potenza del motore diesel

La potenza erogata dal motore diesel viene utilizzata nel seguente modo:

- azionamento diretto del generatore principale congiuntamente alla propria eccitatrice allo scopo di fornire energia ai motori di trazione e ai ventilatori dei radiatori acqua.
- azionamento del generatore ausiliario destinato a produrre corrente per la carica delle batterie di avviamento e per l'alimentazione dei circuiti ausiliari, di illuminazione e di comando.
- azionamento diretto del gruppo compressore-pompa a vuoto e dei ventilatori per i motori di trazione.

L'aria di raffreddamento per gli elementi radianti è messa in moto da una coppia di ventilatori assiali ad asse verticale. La portata massima di ogni ventilatore a 1320 giri/min è di 810 m³/min. I due motori da 16 kW sono collegati in serie e un termostato ne controlla il funzionamento e l'alimentazione.

Il sistema di raffreddamento è previsto per una temperatura massima esterna di + 45°. Per temperature intermedie la regolazione del sistema è realizzata con comando automatico variando l'apertura della griglia parzializzatrice o variando l'alimentazione e conseguentemente la velocità degli elettroventilatori.

La caldaia a nafta prevista per il preriscaldamento del diesel può essere usata anche per permettere

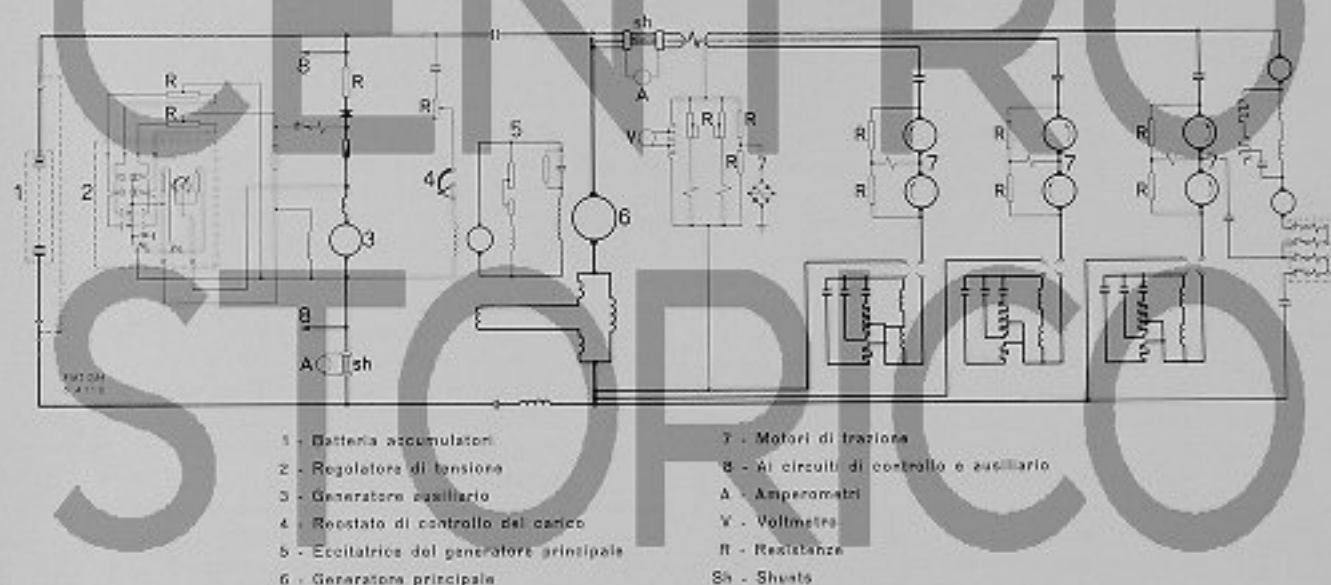


Fig. 12 - Schema di funzionamento dei motori elettrici di trazione

Ausiliari del motore diesel

- Avviamento.** - Il motore è avviato elettricamente dal generatore principale funzionante da motore con alimentazione dalla batteria di accumulatori di bordo. La batteria al 50% di carica è prevista per l'avviamento del diesel a 0°C. In caso di temperatura inferiore l'avviamento del diesel viene facilitato mediante il suo preriscaldamento operato mediante caldaia a nafta.
- Alimentazione combustibile.** - Un serbatoio principale di combustibile è sistemato nella parte centrale della locomotiva. Bocchettoni di rifornimento sono posti sui fianchi della locomotiva.
- Raffreddamento del diesel.** - Sono previsti due circuiti completamente indipendenti per la refrigerazione dell'acqua di raffreddamento del Diesel e dell'aria di sovralimentazione. È possibile eliminare facilmente questo secondo circuito e passare così dal circuito per le 150 locomotive di 2° tipo a quello semplificato per le 130 locomotive del tipo a potenza ridotta. Anche la superficie radiante si riduce di un terzo eliminando il radiatore esterno sulla fiancata destra.

eccezionali stazionamenti all'aperto della locomotiva con clima freddo. Essa può fornire 10.000 kcal/h.

- Circuiti esterni dell'olio motore.** - Il circuito dell'olio è unico per il raffreddamento e la lubrificazione ed identico per tutte le locomotive. Dalla coppa del motore l'olio viene aspirato dalla pompa del motore che lo invia ai filtri, allo scambiatore di calore olio-acqua ed infine al motore.

In parallelo al circuito principale è posta l'elettropompa di prelubrificazione da azionare prima dell'avviamento del diesel.

Equipaggiamento pneumatico di frenatura

L'equipaggiamento pneumatico di frenatura è del tipo Westinghouse automatico misto, cioè ad aria compressa e a vuoto combinati.

Esso è adatto per locomotive viaggianti in singolo o in trazione multipla. Se il treno rimorchiato è munito di freno a vuoto è possibile la frenatura della locomotiva sia indipendentemente, con comando ad aria compressa, sia contemporaneamente alla frenatura dei veicoli componenti il treno. In questo ultimo caso il sistema ad aria compressa fa da comando pilota per il freno a vuoto installato sulle vetture.

Se il freno è equipaggiato unicamente con freno automatico ad aria compressa viene escluso il sistema del freno a vuoto e si usa esclusivamente quello ad aria compressa. Anche in questo caso è possibile sia la frenatura della sola locomotiva sia la frenatura contemporanea di tutto il treno. Un freno a mano situato in cabina completa l'impianto di frenatura.

La pressione di frenatura della locomotiva può essere variata entro ampi limiti di aumento o diminuzione sia con il comando del freno automatico, sia con quello del freno indipendente.

L'intervento del dispositivo di sicurezza « uomo morto » provoca la frenatura automatica d'emergenza. Anche nel caso di rottura accidentale della condotta generale o di spezzamento del treno è previsto l'intervento del freno automatico a pressione e l'esclusione dei circuiti di trazione sulla locomotiva nonché la frenatura automatica dei veicoli accoppiati.

L'alimentazione del doppio sistema di frenatura è ottenuto con un gruppo compressore-pompa a vuoto riunito in unico complesso che comprende tre cilindri per l'aria compressa e tre per il vuoto. Il collegamento di questo gruppo con il motore principale è fatto a mezzo di giunto elastico torsionale.

Il compressore ha una portata di 6000 litri al minuto con pressione d'esercizio di 7 kg/cm², un regolatore di pressione regola automaticamente la marcia del compressore entro i valori massimi e minimi stabiliti.

La portata della pompa a vuoto è di 900 litri/min con depressione di 65 cm di Hg.

Manovrando il rubinetto del freno automatico che comanda la frenatura automatica della locomotiva e del treno di veicoli accoppiati sia ad aria compressa che a vuoto, il guidatore può alimentare la condotta generale, frenare, mantenere i freni applicati e allentare i freni di tutto il treno.

Una valvola convertitore proporziona l'entità di vuoto nella condotta generale del treno in funzione della pressione esistente nella condotta generale del freno a pressione della locomotiva.

La valvola convertitore funziona perciò da valvola pilota e assicura la simultaneità della frenatura oltre che la proporzionalità dell'azione frenante.

Un secondo rubinetto a comando separato agisce direttamente sulla locomotiva indipendentemente dalla frenatura dei veicoli del treno.

Nella marcia in trazione multipla azionando i rubinetti di comando del freno automatico o del freno indipendente sulla locomotiva di testa, si agisce automaticamente e simultaneamente sui freni della seconda locomotiva accoppiata.

L'impianto pneumatico delle locomotive è completato da un dispositivo elettropneumatico di sabbatura che, opportunamente collegato all'invertitore di marcia, consente la sabbatura delle ruote dell'asse anteriore di ciascuno dei due carrelli.

Equipaggiamento elettrico di trazione

L'equipaggiamento elettrico di trazione è del tipo a corrente continua, con generatore principale regolato in modo da assorbire potenza costante dal diesel e motori di trazione del tipo ad eccitazione in serie.



Fig. 13 - Gruppo generatore principale - eccitatrice

I 6 motori di trazione sono connessi costantemente in serie-parallelo sul generatore e sono provvisti di indebolimento di campo.

Generatore principale

È di costruzione Marelli, speciale per trazione diesel-elettrica, a 10 poli, con poli di commutazione ed eccitazione separata, ha avvolgimenti supplementari tipo serie per funzionare come motore all'avviamento del diesel.

La carcassa è in acciaio saldato, fissata sul prolungamento del basamento del motore. Sul lato accoppiamento l'albero dell'indotto presenta una flangia rigidamente fissata all'albero motore del diesel, il rotore appoggia da un lato sui cuscinetti di banco del diesel, dall'altro su un solo cuscinetto esterno a doppia corona di rulli del tipo oscillante.

La macchina è in costruzione protetta e ventilata. La ventola calettata all'estremità dell'indotto lato diesel, aspira l'aria dal lato collettore, convogliandola attraverso i fori assiali di ventilazione nel pacco lamellare di indotto e attraverso gli spazi fra le bobine di campo sulla carcassa.

L'aria di ventilazione è prelevata dall'interno della sala macchine ed è espulsa tramite apposite condotte direttamente all'esterno della locomotiva.

Il generatore principale è previsto per le seguenti prestazioni:

In servizio orario fornisce 1865 A a 480 V

In servizio continuo a tensione inferiore 1625 A a 550 V

In servizio continuo a tensione superiore 1192 A a 750 V

Gruppo eccitatrice-generatore ausiliario

Sopra il generatore principale è collocato il gruppo « monoblocco » eccitatrice-generatore ausiliario azionato a mezzo di cinghie trapezoidali dall'albero del generatore principale.



Fig. 14 - Rotore del gruppo eccitatrice-generatore ausiliario

L'eccitatrice è una macchina speciale a 6 poli ed a 3 avvolgimenti e provvede all'alimentazione del campo del generatore principale.

Il generatore ausiliario provvede alla carica della batteria, all'alimentazione dei circuiti ausiliari di illuminazione, di comando e di regolazione della locomotiva.

L'eccitatrice del generatore principale è prevista per fornire una caratteristica di eccitazione iperbolica al variare della corrente erogata, ed ha 3 avvolgimenti di campo. Il primo avvolgimento è alimentato in derivazione della macchina stessa, il secondo è a campo differenziale e percorso dalla corrente del generatore principale, il terzo avvolgimento è alimentato dalla batteria ed è regolato da un reostato incorporato nel regolatore Woodward del motore.

Il generatore ausiliario ad eccitazione regolata è stato previsto per una potenza in servizio continuo di 9 kW ed eroga nel campo di velocità compreso fra 1400 e 2350 giri/min, una tensione costante di 75 V.

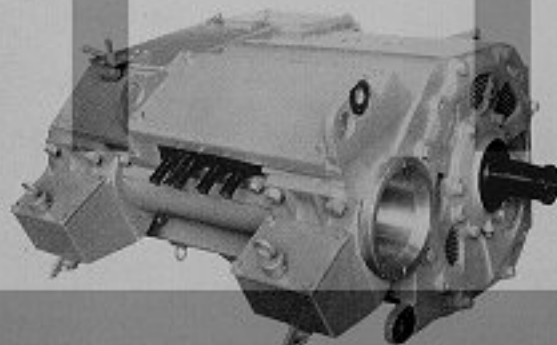
Il generatore è provvisto di un regolatore di tensione del tipo a lamelle vibranti. La frequenza del movimento vibratorio è tale da evitare qualsiasi oscillazione di tensione.

Il regolatore è completato da un relais limitatore di corrente che impedisce qualsiasi sovraccarico del generatore stesso.

Motori di trazione

I sei motori di trazione Marelli sono a 4 poli principali e 4 poli di commutazione con avvolgimento tipo serie

Fig. 15 - Motore di trazione



ed a ventilazione forzata. La carcassa è in acciaio fuso mentre i due cappelli d'estremità sono in acciaio saldato.

L'albero motore in acciaio ad alta resistenza è montato su cuscinetti a rulli muniti di ampi labirinti per evitare la fuoriuscita del grasso.

I cuscinetti poggianti sulla sala montata sono in metallo bianco preformati con lubrificazione e guancialetti in bagno d'olio.

Ciascun motore trasmette il moto alle ruote mediante una coppia di ingranaggi cilindrici del tipo rigido in acciaio al Cr-Ni trattato e rettificato. Il rapporto di riduzione è di 17/83.

I motori di costruzione ermetica e particolarmente protetta contro urti sono a ventilazione forzata. Due ventilatori centrifughi Marelli a comando meccanico convogliano l'aria di raffreddamento attraverso condotte in lamiera e soffietti flessibili direttamente ai sei motori di trazione.

I ventilatori azionati da cinghie trapezoidali collegate a un prolungamento dell'albero motore diesel garantiscono una prevalenza totale di 170 mm di acqua con l'assorbimento di 10 Cv di potenza. Il volume d'aria aspirato alla velocità di 1520 giri/min è di 170 m³/min.

I sei motori di trazione sono stati previsti per le seguenti prestazioni:

- a) potenza di dimensionamento: 124 kW
- b) funzionamento con tensione variabile a pieno campo
 - la corrente araria è: 600 A a 240 V e a 450 giri/min
 - la corrente continuativa è: 520 A a 275 V e a 555 giri/min
- c) con campo sbustato
 - la corrente continuativa è: 384 A a 375 V e a 2220 giri/min

Regolazione del gruppo motogeneratore

Su un rotabile diesel elettrico riveste importanza fondamentale il sistema di regolazione.

Per ogni regime di potenza del diesel occorre regolare automaticamente i due fattori di potenza del generatore, tensione e corrente, in modo che nel campo di velocità di normale utilizzazione della locomotiva il loro prodotto si mantenga il più possibile costante talché ne risulti una caratteristica sforzi-velocità abbastanza prossima alla curva ideale iperbolica.

Accanto a tale requisito fondamentale rientra nei compiti della regolazione la protezione del diesel da eccessi di coppia e da repentine variazioni di regime (dovute a brusche variazioni del carico o ad errori di manovra) e la protezione dell'equipaggiamento elettrico di trazione da eccessi di corrente o di tensione.

L'apparecchiatura di regolazione e controllo tipo «Autoload» Marelli-Westinghouse a mezzo della eccitatrice speciale sopra descritta e del regolatore automatico del diesel Woodward tipo PG assicura:

- La piena utilizzazione della potenza erogata dal motore diesel in tutte le esigenze di percorso e di carico del treno.
- Per ciascun regime di velocità (posizione della leva di comando) una potenza resa dal diesel stabile ed

eguale ad un valore predeterminato (si utilizza il campo di massimo rendimento del termico per ogni regime).

- Una protezione pronta e automatica del diesel contro eccessi di coppia (anche in caso di difetto di uno o più cilindri).
- Indipendenza del carico del motore termico dalle variazioni normali o accidentali dell'equipaggiamento elettrico (variazione di temperatura negli avvolgimenti, tensione della batteria, difetto di comando, ecc.) o delle variazioni di carico assorbito da parte degli ausiliari (compressore, ecc.).

Il regolatore Woodward tipo PG è un regolatore elettro-idraulico, con pompa dell'olio e accumulatore di olio in pressione.

Spostando la leva di comando (esistono 7 posizioni normali di marcia oltre la posizione di marcia a vuoto e stop) il controller direttamente collegato alla leva stessa eccita a distanza dei relais che comandano idraulicamente le masse centrifughe e modificano contemporaneamente la portata della pompa d'iniezione.

Si stabilizza così un nuovo regime del diesel strettamente legato ad una prefissata erogazione di potenza. Al variare del carico o della potenza erogata, lo squilibrio idraulico, determinato dalla variazione di regime del diesel determina il pronto intervento di un servomotore idraulico che inserisce o disinserisce un reostato sul campo dell'eccitatrice.

La riduzione automatica dell'eccitazione del generatore può avvenire anche elettricamente nel caso di slittamento delle ruote della locomotiva, di massa prodotta nell'impianto elettrico di trazione o per mancanza di pressione nel circuito di lubrificazione del diesel.

Perché la potenza del diesel sia sempre completamente utilizzata e nello stesso tempo il motore non sia sovraccaricato, il prodotto dei fattori di potenza della caratteristica esterna del generatore principale, deve esattamente coincidere in ogni istante con la potenza erogata dal diesel.

Per ottenere ciò la eccitatrice già descritta con eccitazione differenziale tende a realizzare una curva tensione-corrente che si approssima alla ideale iperbole equilatera.

Ad ogni momento della coppia richiesta ai motori di trazione, l'aumento della corrente assorbita determina un abbassamento automatico della tensione. Diminuendo la coppia richiesta ai motori di trazione, la corrente assorbita diminuisce ed aumenta la tensione.

Quando la tensione fornita dal generatore principale è giunta ad un massimo e vi è ancora potenza disponibile, interviene automaticamente lo shuntaggio di campo dei motori di trazione così che a parità di sforzo di trazione è possibile ottenere un aumento di velocità.

L'indebolimento di campo è comandato da 2 relais ed è effettuato in 3 stadi. L'esatta sequenza d'inserzione è regolata da un piccolo controller che inserisce e disinserisce al momento opportuno le diverse posizioni di indebolimento.

Le 3 posizioni previste sono sufficienti sia per avere delle ridotte punte di corrente al passaggio da una posizione all'altra sia per ottenere buone condizioni di aderenza nelle diverse condizioni di carico della locomotiva.

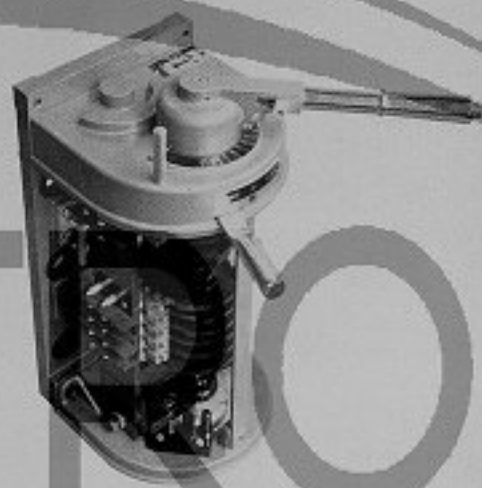


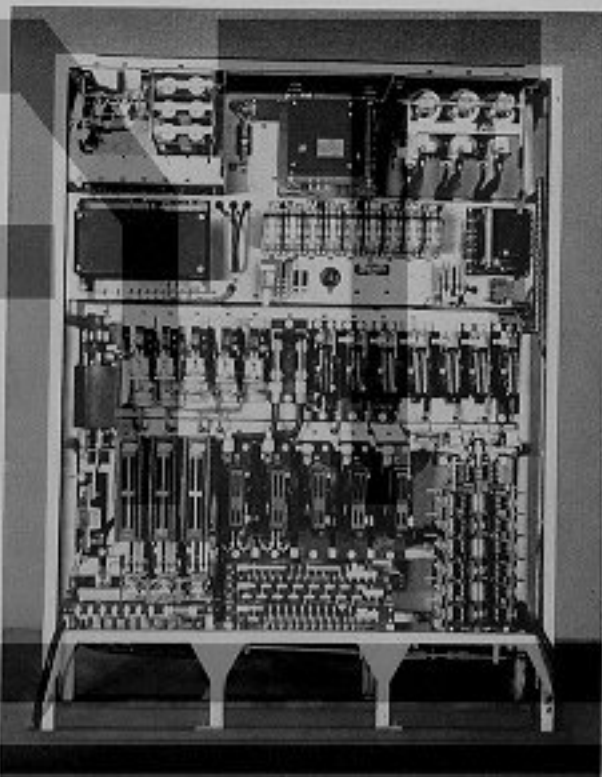
Fig. 16 - Controller di comando manovra e inversione

Apparecchiatura di comando

Il combinatore principale di manovra è del tipo a contatti azionato da camme montate su alberi verticali.

Le manette che comandano i gruppi di contatti prevedono, una alla marcia avanti o indietro della locomotiva, l'altra alla regolazione della potenza e giri del diesel nelle 7 posizioni di marcia normale.

Fig. 17 - Armadio apparecchiature di comando e controllo



Le varie manette sono fra loro interbloccate meccanicamente in modo da impedire manovre errate.

Gli spostamenti della manopola di regolazione agiscono con comando elettropneumatico oltre che sul comando variagiri del regolatore Woodward anche sugli interruttori di collegamento dei motori di trazione al generatore principale e sui contattori di campo delle eccitrici.

Tutta l'apparecchiatura di comando e controllo è montata su un robusto telaio che viene sistemato in un apposito armadio saldato alla cassa della locomotiva e chiuso da ampie portelle d'ispezione. L'armadio è ventilato per mezzo di aria prelevata dal circuito raffreddamento motori di trazione.

Equipaggiamento di protezione e controllo

Sono previsti per la corretta condotta e per la protezione dei principali organi della locomotiva, indicatori, spie luminose e dispositivi ad intervento automatico che facilitano al massimo il compito dei conduttori.

Le protezioni intervengono con semplici segnalazioni luminose sul quadro di comando oppure con arresto del motore diesel e contemporanea segnalazione per individuare la causa dell'arresto.

L'intervento del relais di slittamento provocato dalla differenza di tensione fra gli indotti di una delle tre coppie di motori di trazione determina la diseccitazione automatica del generatore principale e la contemporanea sabbatura delle rotaie.

Se si verifica una massa nel circuito principale di trazione il generatore viene diseccitato e si accende una segnalazione luminosa sul quadro di controllo. L'intervento del relais di terra permane anche se la massa si verifica per un tempo brevissimo.

In caso di emergenza la protezione di terra può essere disinnescata e la locomotiva può continuare la marcia a velocità e tensione ridotte.

Un relais ad impulso ed un contactore inserito sul campo del generatore assicurano la protezione contro il pericolo dei « flashes » al generatore principale di origine interna (derivanti dalla macchina stessa) od esterna (per causa dei motori di trazione o corto circuito dei cavi di collegamento).

E' prevista la possibilità di disinnescare in caso d'emergenza una o più coppie di motori di trazione.

L'equipaggiamento elettrico come quello pneumatico è stato realizzato per consentire l'accoppiamento in multiplo di più locomotive anche nel caso che una di esse sia disabilitata e ridotta a semplice rimorchio.

Negli accoppiatori multipoli di testata vengono portati tutti i circuiti a bassa tensione necessari per il comando e la regolazione. Fra questi è previsto il circuito di sincronizzazione dei compressori delle varie unità e il circuito di comando del dispositivo uomo morto.

Risultati di prova

Le prove della locomotiva hanno permesso di constatare la rispondenza del progetto e dell'esecuzione alle condizioni contrattuali. Riportiamo nei diagrammi allegati i risultati principali delle prove della macchina con motori da 1350/1500 Cv, e precisamente:

- diagrammi delle prestazioni della locomotiva
- diagrammi dei carichi rimorchiabili in funzione della velocità e della pendenza.

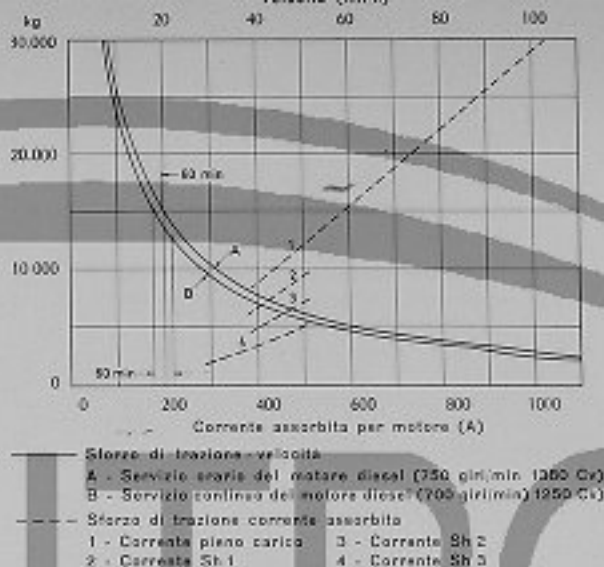


Fig. 18 - Prestazioni della locomotiva con motore diesel 288 ES seconda serie

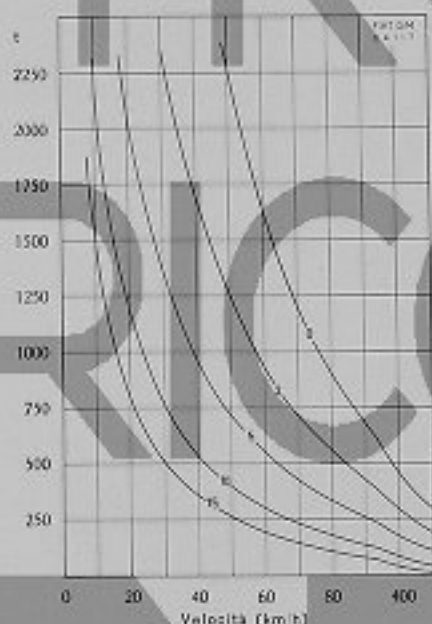


Fig. 19 - Carichi rimorchiabili in funzione della velocità e della pendenza $i/100$ - servizio orario 1380 Cv

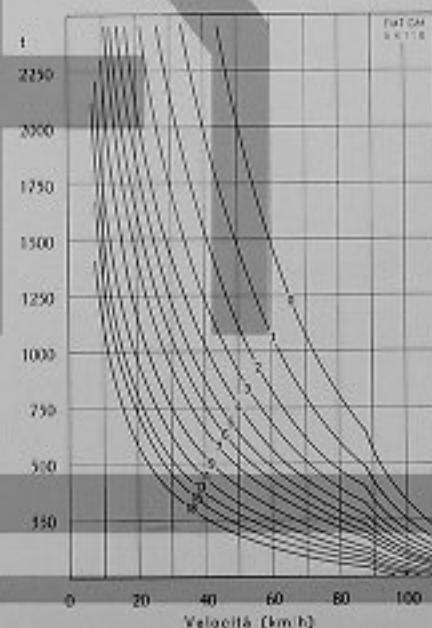


Fig. 20 - Carichi rimorchiabili in funzione della velocità e della pendenza $i/100$ - servizio continuo 1250 Cv

Il motore 288 ES - Prove di messa a punto in officina

dott. ing. E. Bellini

Premessa

Nelle precedenti pagine di questo Bollettino è ampiamente descritta la locomotiva G.A.L.A. per l'Argentina, e sono elencate anche le principali caratteristiche tecniche del motore FIAT 288 ES in essa installato.

Non ci sembra fuori luogo esporre ora al lettore un quadro riassuntivo delle prove che sono state eseguite nel nostro Stabilimento su questo tipo di motore, illustrandone i risultati più interessanti ed i progressi realizzati, che rappresentano il frutto di quattro anni di lavoro e costituiscono motivo di soddisfazione per i nostri Uffici Tecnici e per la nostra Sala Prove. Tali prove, infatti, sono state condotte non soltanto nell'intento di conseguire la messa a punto più appropriata a garantire un funzionamento del motore meccanicamente sicuro e tecnicamente buono per le moderate prestazioni contrattuali previste in origine, ma anche per ricercare la possibilità di rendere lo stesso motore adatto a sviluppare potenze assai più elevate, con l'impiego di un limitato numero di modifiche che fossero le più razionali e le più semplici nello stesso tempo.

A prescindere da alcuni esperimenti preliminari effettuati su un motore monocilindrico dello stesso tipo 280, appositamente predisposto, e rivolti essenzialmente ad una prima definizione di massima del profilo degli stantuffi e della camera di combustione, il ciclo di prove vero e proprio di cui si parla ha avuto inizio nel giugno 1954 e si è protratto quasi ininterrottamente fino al settembre 1958.

Il motore è stato messo a punto, oltre che nella versione originale con sovralimentazione moderata, anche per il funzionamento ad aspirazione naturale e, successivamente, per la nuova versione a più alto grado di sovralimentazione; esso è stato inoltre severamente collaudato, nelle diverse edizioni, con prove ininterrotte di lunga durata alle prestazioni previste di esercizio e con l'impiego di combustibili di qualità più scadenti di quelle normalmente ammesse.

Per lo svolgimento del suddetto ciclo di prove sono stati utilizzati i primi due motori di serie, i quali complessivamente hanno totalizzato in Sala Prove 5300 ore di moto così ripartite:

- 100 ore per un controllo del funzionamento ad aspirazione naturale;
- 1500 ore con sovralimentazione moderata per la messa a punto dei motori destinati alle locomotive G.A.L.A. della 1ª Serie;
- 1800 ore, ancora con la sovralimentazione moderata, per prove di funzionamento prolungato a carichi elevati;

- 600 ore di funzionamento con combustibili di qualità via via più scadenti;
- 500 ore per la prima messa a punto della sovralimentazione con aria raffreddata, richiesta per i motori delle locomotive G.A.L.A. della 2ª Serie, con l'impiego di una sola turbosoffiante;
- 800 ore per la messa a punto definitiva dello stesso sistema di sovralimentazione con l'impiego di 2 turbosoffianti.

Motore 288 E ad aspirazione naturale

La prova del motore 288 E ad aspirazione naturale non aveva alcun interesse particolare ai fini di una messa a punto per l'impiego previsto sulle locomotive ma è stata fatta, più che altro, a titolo speculativo per accertare le prestazioni commerciabili in tali condizioni di funzionamento.

Le varianti di sistemazione rispetto al motore sovralimentato sono state perciò limitate al minimo indispensabile, riguardando precisamente:

- l'abolizione della turbosoffiante;
- l'aspirazione dei cilindri dall'atmosfera, mediante un collettore unico aperto alle due estremità;
- l'impiego di un collettore unico per lo scarico dei gas;

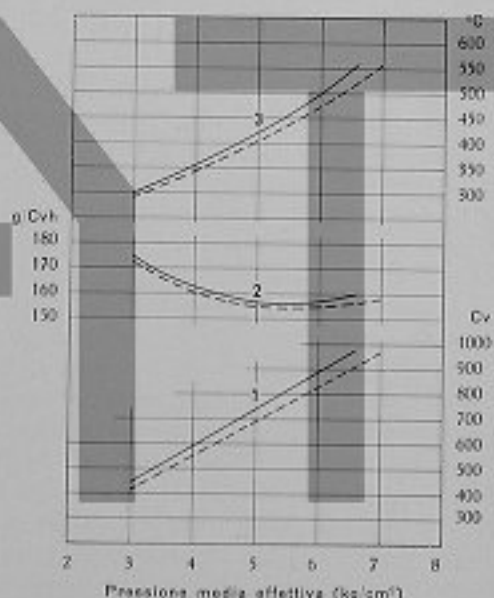


Fig. 1 - Prove del motore nella versione aspirata
 — Funzionamento a velocità costante di 750 giri/min
 - - - Funzionamento a velocità costante di 700 giri/min
 1 - Potenza
 2 - Consumo specifico combustibile (gasolio)
 3 - Temperatura gas di scarico

Fig. 1 - Prove del motore nella versione aspirata

— l'impiego di un apposito albero della distribuzione per realizzare una lasatura delle valvole di aspirazione e di scarico adeguatamente più stretta di quella adottata sul motore sovralimentato (« overlap » di 68° contro 150°).

In queste condizioni sono state eseguite prove a diverse velocità ed al variare della p.m.e. fino al limite compatibile con la temperatura e con la fumosità dei gas di scarico.

I risultati ottenuti per il funzionamento a 700 giri/min e a 750 giri/min sono rappresentati nella fig. 1, dalla quale si rileva che il consumo specifico minimo di gasolio tocca valori rispettivamente di 154 e 156 g/Cv.h, che si possono giudicare ottimi per un motore a 4 tempi aspirato.

Il buon comportamento termico è apparso anche confermato dall'assenza di fumosità allo scarico dei gas fino alle massime potenze raggiunte; cosicché una eventuale offerta di questo motore per una prestazione continuativa di 100 Cv/cil a 700 giri/min (p.m.e. = 5,8 kg/cm²) dovrebbe garantire, con largo margine, un funzionamento tranquillo e sicuro per qualsiasi applicazione.

Motore 288 ES a sovralimentazione moderata

È quello installato sulla locomotiva G.A.I.A. della 1ª Serie con le seguenti prestazioni:

- continuativa: 1050 Cv - 700 giri/min - p.m.e. 7,6 kg/cm²
- unioraria : 1200 Cv - 750 giri/min - p.m.e. 8,1 kg/cm²

È detto « a sovralimentazione moderata » perché dotato di un'unica turbosofiante a gas di scarico (Brown Boveri tipo VTR 320, a moderato rapporto di compressione e senza raffreddamento intermedio dell'aria) in contrapposizione con il motore 288 ESS della edizione successiva cosiddetto « a sovralimentazione spinta » perché provvisto di due turbosofianti ad elevato rapporto di compressione e con il raffreddamento dell'aria.

Uno dei principali problemi che si sono dovuti affrontare su questo motore è stato quello inerente al materiale ed al profilo degli stantuffi, trattandosi fra l'altro di soddisfare, su questo punto, a speciali richieste del Cliente. A tale riguardo, dopo alcuni insuccessi iniziali, sono stati definiti due tipi di stantuffi uno dei quali, di nostro disegno esclusivo, fuso in lega di alluminio e l'altro, disegnato secondo i criteri del Cliente, stampato in duralite; ambedue questi tipi di stantuffi, all'atto pratico, hanno dimostrato lo stesso buon comportamento e sono stati perciò adottati definitivamente, ripartiti in eguale numero di motori della fornitura.

Un'altra serie di esperienze ha avuto lo scopo di ricercare, fra le varianti possibili, l'assetto interno di massimo rendimento della turbosofiante (tipo di paletatura sul diffusore della soffiante, sezione di passaggio dei gas sul distributore della turbina, ecc.) compatibilmente con la esigenza di rimanere sufficientemente lontani dai regimi di sovravelocità o di « pompaggio » della soffiante. Non minore importanza ha avuto la ricerca della combinazione e della registrazione più adatta dei dispositivi di iniezione (loratura degli iniettori, pressione di taratura

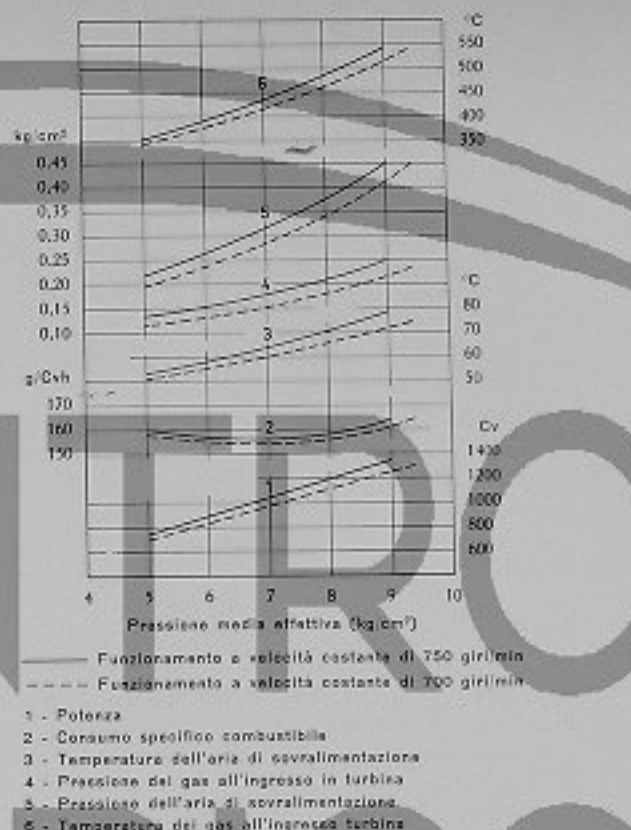


Fig. 2 - Prove del motore nella versione a sovralimentazione moderata.

dei pulverizzatori, diametro delle pompe del combustibile, anticipo di iniezione, ecc.).

Tutti questi problemi hanno richiesto un dispendio di lavoro non indifferente ma alla fine essi sono stati risolti in maniera soddisfacente, tanto che è stato possibile non solo raggiungere ma anche superare largamente le prestazioni contrattuali. Infatti, come mostrano i diagrammi dei risultati delle prove riportati nella figura 2, le potenze massime sviluppate di 1300 Cv alla velocità di 700 giri/min e di 1340 Cv alla velocità di 750 giri/min superano rispettivamente del 24% e del 12% le potenze contrattuali continuativa ed unioraria; inoltre dalla stessa figura 2 si osserva che le curve del consumo specifico hanno dei minimi, eccezionalmente bassi, di 154 ÷ 156 g/Cv.h mantenendo un andamento alquanto piatto in un campo della p.m.e. molto ampio, fino alle condizioni di massimo sovraccarico.

I brillanti risultati ottenuti dal punto di vista del comportamento termico non ci autorizzavano, però, a ritenere conclusa la messa a punto senza prima avere acquisito la certezza che anche dal lato meccanico il motore sarebbe stato in grado di fornire risultati altrettanto soddisfacenti.

A tale scopo, dopo avere prontamente posto rimedio con opportune modifiche di disegno e di materiale ad alcune deficienze meccaniche, emerse durante le precedenti prove, su organi del tutto secondari (albero comando pompe acqua ed olio, pattini della distribuzione, ecc.) si è dato corso a due successive prove di funzionamento prolungato e ininterrotto con le seguenti modalità:

- 1ª prova - durata: 500 ore - potenza: 1200 Cv - velocità: 750 giri/min - p.m.e.: 8,1 kg/cm²;

- 2^a prova - durata: 1250 ore così suddivise:
 - 1175 ore (23 ore su 24) a 1100 Cv - 700 giri/min p.m.e.: 8 kg/cm²;
 - 50 ore (1 ora su 24) a 1220 Cv - 750 giri/min p.m.e.: 8,2 kg/cm²;
 - 24 ore (continue) a 1300 Cv - 750 giri/min p.m.e.: 8,8 kg/cm².

Ambedue queste prove, per quanto non prescritte contrattualmente, hanno avuto carattere ufficiale, nei confronti del Cliente, per dimostrare l'attitudine del motore a sviluppare in servizio continuo prestazioni sensibilmente superiori a quelle contrattuali: esse sono state, perciò, effettuate sotto la sorveglianza del R.I.N.a. e debitamente verbalizzate.

Le due prove hanno avuto svolgimento del tutto regolare; ciascuna di esse è stata seguita da una revisione completa del motore, dalla quale non sono emerse anomalie degne di rilievo. In particolare, all'atto della revisione successiva alla 2^a prova, che è stata la più impegnativa, gli organi del manovellismo sono apparsi in ottime condizioni di lavoro, le usure delle camicie sono risultate quasi inapprezzabili, le pompe del combustibile ed i polverizzatori erano ancora in perfetta efficienza.

L'impiego dell'olio detergente HD 40, il cui comportamento è stato seguito con speciale attenzione in queste prove, si è dimostrato perfettamente adeguato ai fini di evitare il bloccaggio delle fasce elastiche di tenuta e di mantenere pulite le superfici di lavoro degli stantuffi. Il consumo medio di olio lubrificante si è mantenuto mediamente intorno a 1 kg/h, pari a 0,9 g/Cv.h, valore che è da ritenersi veramente soddisfacente.

In considerazione delle ottime prestazioni termiche e meccaniche offerte dal motore nelle suddette prove, si è voluto infine accertare se esisteva anche la possibilità di impiegare su di esso un combustibile di qualità meno pregiata del gasolio usato normalmente. Per dare un giudizio sufficientemente sicuro al riguardo non ci si è limitati soltanto ad individuare, in una semplice prova di confronto, l'entità del peggioramento termico e dell'eventuale abbassamento delle prestazioni massime che sarebbe derivato dall'impiego del combustibile più scadente, ma si è stabilito, invece, di confrontare i risultati di prove prolungate di 200 ore effettuate, con le diverse qualità di combustibile in esame, alle stesse prestazioni di una delle prove di durata con gasolio di cui si è riferito più sopra e cioè alla potenza di 1100 Cv a 700 giri/min.

Le caratteristiche principali dei combustibili impiegati risultano, a confronto col gasolio, dal seguente prospetto:

DENOMINAZIONE	Gasolio	Marine Diesel-Oil (Diesel-Extra)	Light Marine Fuel-Oil
Classificazione A.S.T.M.	n. 2 D	n. 4 D	n. 5
Densità a 15°C	0,833	0,883	0,927
Viscosità Engler a 50°C	1,14	1,32	4,60
Potere calorifico super. (Cal/kg)	10.960	10.720	10.450
Residuo Conradson (% in peso)	0,08	3,12	6,9
Solfo (% in peso)	0,85	1,70	2,83

Nella prova con Diesel-Extra, eseguita sul motore sistemato nelle condizioni normali con l'unica variante della applicazione del raffreddamento ad acqua sui polverizzatori, si è riscontrato un aumento di 3 ÷ 4 g/Cv.h nel consumo specifico e di 10 ÷ 15°C nella temperatura dei gas di scarico, rispetto al funzionamento con gasolio: tale differenza si è mantenuta pressoché invariata dall'inizio della prova fino al termine delle 200 ore, durante le quali non si è verificato alcun inconveniente.

Nella prova col Light Marine Fuel Oil oltre al raffreddamento dei polverizzatori si è adottato anche il preriscaldamento della nafta a 60 ÷ 65°C in modo da abbassare la viscosità fino al limite di 3° Engler normalmente ammesso per i nostri dispositivi di iniezione; inoltre si è dovuto aumentare adeguatamente l'anticipo di iniezione per compensare l'abbassamento delle pressioni massime di combustione. Il peggioramento termico del motore dovuto all'impiego di questo combustibile ha comportato, all'inizio della prova, un aumento di 7 ÷ 8 g/Cv.h nel consumo specifico e di 20 ÷ 25°C nella temperatura dei gas di scarico, rispetto al funzionamento con gasolio: tale peggioramento, però, è andato accentuandosi progressivamente ed inoltre ha dato luogo ad altri inconvenienti (bloccaggio e usura delle fasce elastiche sugli stantuffi, formazione di incrostazioni attorno ai fori degli iniettori, ecc.) che hanno fatto ritenere complessivamente negativo l'esito di questa prova.

Comunque, questi esperimenti hanno permesso di trarre la conclusione che il funzionamento del motore 288 ES, alla prestazione continuativa contrattuale, può essere garantito, con sufficiente sicurezza, con l'impiego di nafta avente una densità fino a 0,88 a 15°C ed un residuo Conradson non superiore al 3%.

Motore 288 ESS a sovralimentazione con raffreddamento dell'aria

Questo motore è installato sulle locomotive G.A.I.A. della 2^a Serie con le seguenti prestazioni:

- continuativa: 1350 Cv - 700 giri/min - p.m.e. 9,8 kg/cm²
- autoraria : 1500 Cv - 750 giri/min - p.m.e. 10,2 kg/cm²

L'aumento di potenza, nella misura del 30% circa rispetto alle prestazioni della 1^a edizione, da noi proposto al fine di un più proficuo sfruttamento delle possibilità del motore, non poteva certamente essere realizzato con la semplice applicazione del raffreddamento dell'aria introdotta nei cilindri, lasciando tutto il resto invariato: tanto più che, in un impianto ferroviario, non ci si può aspettare di avere a disposizione dei mezzi di refrigerazione dimensionati con tanta abbondanza.

Occorreva quindi trovare una soluzione che comportasse, in aggiunta al raffreddamento dell'aria, anche un opportuno potenziamento dell'apparato sovralimentatore, impiegando una delle seguenti varianti rispetto all'allestimento normale del motore 288 ES:

- a) turbosoffiante unica, ma con prestazioni più alte della VTR 320;

b) due turbosoffianti, eventualmente anche più piccole della VTR 320 ma ad elevato rapporto di compressione.

Prove con turbosoffiante unica

Per questa versione era stato programmato di sperimentare i due diversi sistemi possibili per la immissione dei gas nella turbina e cioè quello « ad impulsi di pressione », generalmente adottato sui nostri motori a 4 tempi, e quello « a pressione costante ».

Il primo dei suddetti esperimenti è stato condotto con una turbosoffiante Brown Boveri tipo VTR 400, a moderato rapporto di compressione, mentre per il secondo è stata impiegata una turbosoffiante De Laval tipo B 13-064 ad elevato rapporto di compressione. In entrambi i casi per il raffreddamento dell'aria è stato sistemato, tra la mandata della soffiante e il collettore di lavaggio sul motore, un refrigerante Brown Boveri tipo 400 MD, alimentato con acqua in circuito aperto, indipendente dal motore.

I risultati ottenuti con i due diversi allestimenti nel funzionamento alla velocità normale di 700 giri/min sono messi fra loro a confronto nel diagramma della figura 3 dal quale si rileva che:

- l'impiego della turbosoffiante Brown Boveri VTR 400 ha consentito di sviluppare come massimo una p.m.e. di 12 kg/cm^2 , pari a 1650 Cv, ma con una temperatura dei gas all'ingresso in turbina di oltre 600°C , pur essendo il raffreddamento dell'aria alquanto più spinto di quanto si possa realizzare in pratica su una locomotiva;
- con la turbosoffiante De Laval B 13-064 si è raggiunta, invece, a parità di raffreddamento dell'aria, una p.m.e. di 15 kg/cm^2 con una temperatura dei gas all'ingresso in turbina di 570°C ma ai bassi carichi, al disotto della p.m.e. di 10 kg/cm^2 , si è registrato un progressivo e notevole aumento del consumo specifico.

Al contrario, nelle prove alle velocità più basse, i cui risultati non sono qui riportati, si è constatato che la situazione volge gradualmente a favore della turbosoffiante Brown Boveri VTR 400 anche per il funzionamento a p.m.e. abbastanza elevate.

Questa differenza di comportamento era, comunque, prevista almeno qualitativamente, in quanto è noto che il sistema di alimentazione della turbina a pressione costante si dimostra vantaggioso quando si opera con elevate prestazioni, ossia quando il motore funziona ad un carico e ad un regime pressoché costanti e poco diversi da quello di progetto; viceversa, man mano che ci si allontana da queste condizioni, l'energia disponibile per l'azionamento della turbina diminuisce più rapidamente che non con l'alimentazione ad impulsi e quindi quest'ultimo sistema finisce per prevalere su quello a pressione costante.

In base a quanto sopra, poiché la turbosoffiante Brown Boveri VTR 400, alimentata ad impulsi di pressione, si era dimostrata inadatta a realizzare sul motore prestazioni sufficientemente elevate da garantire un buon mar-

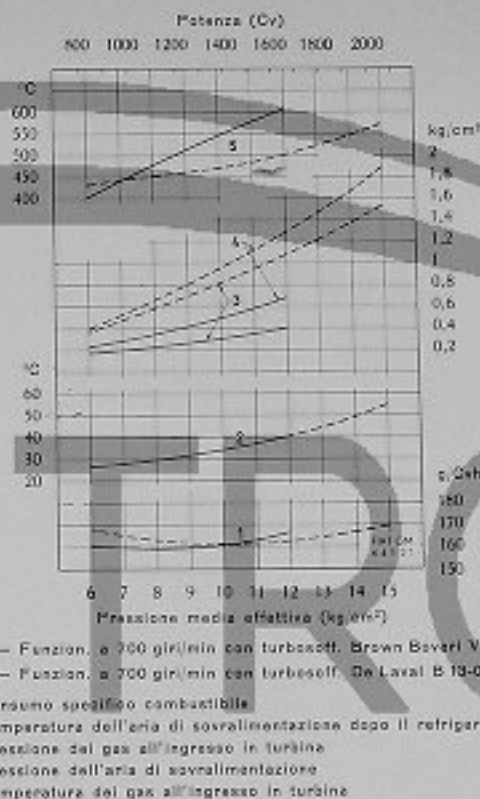


Fig. 3 - Prove del motore nella versione a "sovralimentazione spinta", con una sola turbosoffiante.

gine di sicurezza rispetto alle condizioni contrattuali mentre la turbosoffiante De Laval B 13-064, alimentata a pressione costante, aveva manifestato un comportamento inaccettabile nel funzionamento del motore alle andature ridotte e alle basse p.m.e., si è ritenuto conveniente abbandonare entrambe le soluzioni e passare al successivo esperimento con l'impiego di due turbosoffianti.

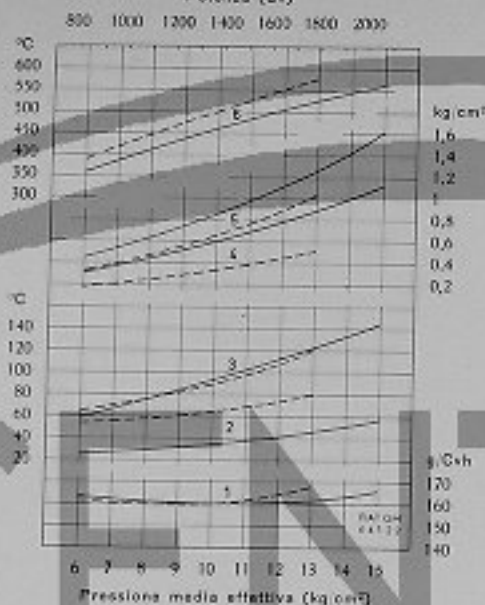
Prove con due turbosoffianti

Per tale allestimento erano state scelte due turbosoffianti Brown Boveri tipo VTR 250, ad alto rapporto di compressione, montate alle estremità del motore e ciascuna dotata di un proprio refrigerante dell'aria tipo 250 LD. Per il raffreddamento dell'aria, in aggiunta al circuito aperto preesistente, era stato realizzato anche un circuito chiuso derivato dal circuito dell'acqua di raffreddamento del motore, allo scopo di potere eseguire delle prove in condizioni paragonabili a quelle di esercizio sulle locomotive.

Erano in programma per questo ciclo di prove, oltre alla messa a punto della sovralimentazione per il funzionamento del motore alle condizioni d'impiego previste, numerosi altri esperimenti in vista di un eventuale ulteriore aumento delle prestazioni.

Tralasciando di elencare tutte le varianti prese in esame, ci limiteremo a segnalare che esse riguardavano principalmente l'assetto interno delle turbosoffianti, la forma della camera di combustione, il diametro delle pompe combustibile, la foratura degli iniettori, ecc.

I risultati più significativi e conclusivi di queste prove sono messi in evidenza dalla fig. 4 nella quale sono riportati i dati caratteristici del funzionamento, limitatamente alla velocità normale di 700 giri/min, in un caso per un raffreddamento dell'aria « tipo locomotiva » ossia con



- 1 - Consumo specifico combustibile
- 2 - Temperatura aria di sovralimentazione dopo i refrigeranti
- 3 - Temperatura aria di sovralimentazione prima dei refrigeranti
- 4 - Pressione dei gas all'ingresso nelle turbine
- 5 - Pressione dell'aria di sovralimentazione
- 6 - Temperatura dei gas all'ingresso nelle turbine

Fig. 4 - Prove del motore nella versione a "sovralimentazione spinta", con due turbosoffianti Brown Boveri VTR 250

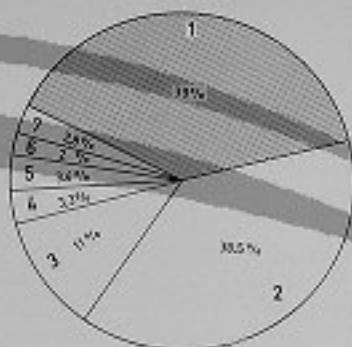
acqua a 50°C in circuito chiuso (curve tratteggiate) e, nell'altro caso, per un raffreddamento dell'aria più intenso con acqua a 20°C in circuito aperto (curve a linea continua).

Nel primo caso è stato possibile superare largamente la potenza continuativa contrattuale per le locomotive G.A.I.A. della 2ª Serie sviluppando una p.m.e. di 13 kg/cm², pari a 1800 Cv; nel secondo caso si è arrivati fino alla p.m.e. di 15 kg/cm², pari a circa 2100 Cv, e si sarebbe potuto raggiungere una potenza ancora superiore, a parità della massima temperatura dei gas rilevata nella prova precedente, se ciò non fosse stato impedito dal superamento della velocità limite sulle turbosoffianti.

Dobbiamo però far notare che la differenza di comportamento termico tra le due condizioni di funzionamento, quale appare dal confronto delle curve della fig. 4, è più accentuata di quanto spetterebbe semplicemente al diverso grado di raffreddamento dell'aria. Infatti, nella prova con raffreddamento più spinto il motore era allestito in condizioni speciali a riguardo di alcuni dettagli i quali, invece, nella messa a punto per le locomotive, anche se a scapito del rendimento, erano stati conservati uguali a quelli dei motori della 1ª edizione, per motivi di uniformità e di intercambiabilità (come le pompe del combustibile) oppure erano stati scelti col criterio di avere un più largo margine di sicurezza rispetto a condizioni critiche di funzionamento (come l'assetto interno delle turbosoffianti in relazione al limite di velocità per ease ammissibile).

Ulteriori prove, i cui risultati non sono qui riportati, hanno dimostrato la buona rispondenza del motore anche alle altre andature previste per la utilizzazione sulla locomotiva, dalla minima di 470 giri/min alla massima di 750 giri/min, oltre a quella normale di 700 giri/min.

Numerose altre indagini di interesse specifico per il



- 1 - Lavoro utile - Consumo specifico combust. — 160 g/Cv h - Potere calorifico inferiore = 10.150 Cal/kg
- 2 - Gas di scarico - Portata = 9500 kg/h - Temperatura entrata/uscita turbine = 495,300 °C
- 3 - Acqua raffreddam. cilindri - Portata = 48.000 kg/h - Temperatura entrata/uscita = 55,60 °C
- 4 - Acqua raffreddamento turbosoff. - Portata = 14.800 kg/h - Temperatura entrata/uscita = 55,60 °C
- 5 - Acqua raffreddamento aria - Portata = 10.600 kg/h - Temperatura entrata/uscita = 53,60 °C
- 6 - Olio lubrificante a raffreddamento startuffi - Portata = 18.000 kg/h - Temperatura entrata/uscita = 62,60 °C
- 7 - Irraggiamento

Fig. 5 - Bilancio termico del motore alla potenza continuativa di 1350 Cv a 700 giri/min

motore in esame hanno riguardato, fra gli altri, i seguenti argomenti:

- Determinazione del bilancio termico in diverse condizioni, di cui è riportata, nella fig. 5, una esemplificazione relativa al funzionamento alla potenza normale continuativa di 1350 Cv a 700 giri/min.
- Rilievi con apparecchiature oscillografiche della pressione all'interno dei cilindri, della pressione e della durata di iniezione, dell'alzata dello spillo iniettore, ecc.
- Controllo della regolarità di funzionamento al minimo.
- Accertamento della situazione torsionale dell'albero motore e relative esperienze, per assicurare un funzionamento tranquillo anche a questo riguardo, con l'impiego di uno smorzatore pendolare in cinque soluzioni diverse.

Sullo stesso motore, inoltre, sono state condotte anche delle ricerche di carattere generale per ricavarne elementi utili alla eventuale applicazione di varianti migliorative sui motori della nostra produzione corrente ed alla progettazione di nuove costruzioni.

In questa categoria di esperienze ci limitiamo a segnalare quella inerente all'impiego di alberi della distribuzione disegnati per una minore durata di apertura delle valvole e precisamente con « overlap » ridotto a 100° ed a 75° rispetto a quello di 150° normalmente in uso sui nostri motori sovralimentati.

I risultati della prova hanno dimostrato che è possibile, con questo sistema, migliorare il rendimento termico, realizzando una riduzione del consumo specifico di 2 ÷ 3 g/Cv h, a prezzo però di più elevate temperature dei gas di scarico le quali, anche se non influenzano il « carico termico » del motore, potrebbero però rappresentare un limite per la sicurezza di funzionamento delle turbosoffianti.

Pertanto, prima di dare un giudizio definitivo sulla convenienza o meno di tale sistema, le indagini sono state poi approfondite in seguito anche su altri tipi di motori.

Conclusioni

I notevoli sviluppi realizzati sul motore tipo 288 nel corso delle prove sopra esposte sono riassunti nel grafico della fig. 6 dal quale appare come, attraverso i successivi stadi di sovralimentazione normale e con raffreddamento dell'aria, è stato possibile ottenere dallo stesso motore delle prestazioni più che raddoppiate rispetto a quelle corrispondenti al funzionamento ad aspirazione naturale. Si rileva inoltre che il rendimento termico è risultato ottimo per le due versioni del motore aspirato e moderatamente sovralimentato, per le quali è stato registrato un consumo specifico minimo di 154 g/Cv/h; passando ad un più alto grado di sovralimentazione, invece, contrariamente a quanto avviene in pratica, il consumo minimo è salito a 159 g/Cv/h; questo valore, tuttavia, è da ritenersi tutt'altro che disprezzabile per un motore a 4 tempi, se si tiene conto anche che la curva dei consumi ha un andamento molto piatto al variare della p.m.e. Questo lieve peggioramento del rendimento era, comunque, scontato in quanto il motore era regolato in modo da limitare le pressioni massime di combustione a valori alquanto più bassi di quanto viene ora praticato sui motori progettati per un alto grado di sovralimentazione; e ciò allo scopo di non sottoporre ad eccessive sollecitazioni meccaniche gli organi del manovellismo che erano quelli stessi dimensionati per le più modeste prestazioni dei motori con sovralimentazione moderata.

In definitiva, ci sembra lecito concludere che l'esito di queste prove è stato pienamente soddisfacente e ci dà motivo di sperare che anche i risultati di esercizio dei motori sulle locomotive corrisponderanno alle nostre aspettative.

Ci conforta in questa speranza lo stato di servizio di due motori 288 S, installati nel 1956 come apparato propulsore della M/n «Aethalia» per traghetto automezzi tra Piombino e l'isola d'Elba, i quali a tutt'oggi hanno totalizzato circa 24.000 ore di moto, con piena soddisfazione dell'Utente, in un genere di esercizio molto simile a quello ferroviario, svoltosi sempre con perfetta regolarità.

Anche i due motori che sono serviti per la messa a punto in Officina continuano tuttora a funzionare, quali gruppi elettrogeni, uno nella versione a sovralimentazione moderata e l'altro con la sovralimentazione spinta, presso la Centrale elettrica della Società Concord di Cordoba (Argentina) avendo effettuato a tutt'oggi circa 8.000 ore di moto ciascuno, quasi costantemente a pieno carico.

Per quanto riguarda i 280 motori destinati alle locomotive, di cui 80 nella edizione 288 ES costruiti nel nostro Stabilimento e gli altri 200 (n. 50 motori 288 ES e n. 150 motori 288 ESS) costruiti parzialmente o totalmente dalla nostra associata Grandes Motores Diesel di Cordoba, siamo in attesa di conoscere il loro comportamento generale quando altre macchine si siano aggiunte a quelle entrate finora in servizio di linea.

Per il momento possiamo affermare che l'esito delle prove eseguite nell'Ottobre 1962 sulla locomotiva prototipo costruita dalla Breda, di cui riportiamo nella fig. 7 i dati più significativi relativi al funzionamento lungo la curva di utilizzazione giri-potenze, ci sembra molto incoraggiante a riguardo del futuro servizio di questi motori.

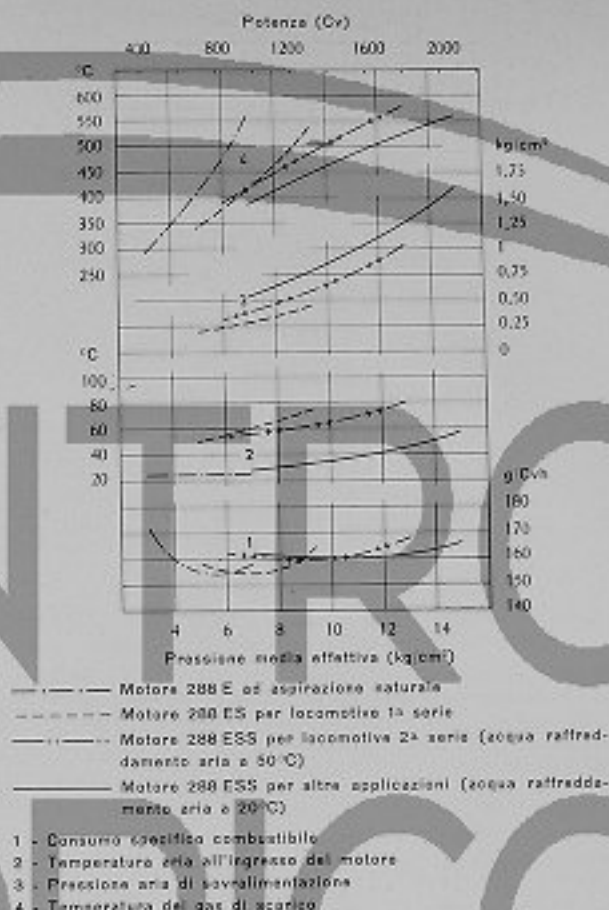


Fig. 6 - Prove del motore alla velocità di 700 giri/min, nelle diverse versioni



Fig. 7 - Risultati delle prove alla vasca della locomotiva G.A.I.A. 2ª serie con motore FIAT 288 ESS



CENTRO
STORICO
FIAT

Pubblicazione trimestrale - Direttore Responsabile: Dott. Ing. GIOVANNI GORIA

Registrato al Tribunale di Casale Monferrato in data 16 Marzo 1955 con il N. 49

CENTRO

250 Locomotive diesel elettriche
costruite per le ferrovie Argentine
dal Gruppo Aziende Italiane
Argentine G.A.I.A. I motori diesel
sono del tipo FIAT 288 ES

STORICO

