

FIAT

STABILIMENTO GRANDI MOTORI

VOL. XIII - N. 4

BOLLETTINO TECNICO

OTTOBRE-DICEMBRE 1960





In copertina: La medaglia conferita alla FIAT dall'A.N.I.A.I. per il motore 7512 S, quale migliore realizzazione di ingegneria meccanica compiuta nel settennio 1962-68

I Rimorchiatori della Société Provençale de Remorquage.
Il motore FIAT tipo B 366 S

Dott. Ing. Giuseppe Mori Pag. 97

La saldatura all'arco elettrico di struttura per motori Diesel

Dott. Ing. Vittorio Losana Pag. 108

Il premio A.N.I.A.I. 1959 al motore FIAT 7512 S

Pag. 117

I RIMORCHIATORI DELLA SOCIÉTÉ PROVENÇALE DE REMORQUAGE IL MOTORE FIAT TIPO B 366 S

La Société Provençale de Remorquage, che da molti anni opera nel porto di Marsiglia, avendo perso, in seguito ad eventi bellici, tutto il suo naviglio, si trovò nel 1944 nella necessità di ricostruire al completo la flotta dei suoi rimorchiatori. Scartata la tradizionale propulsione a vapore, la Società si orientò verso la propulsione con motori Diesel, adottando per tutti i suoi battelli motori FIAT tipo 360 (due tempi, semplice effetto, diametro cilindri 360 mm, corsa stantuffi 650 mm, direttamente reversibili). Impiegando macchine aventi 5, 6 o 8 cilindri, ed alimentazione naturale o sovralimentate, è stato possibile coprire tutto il campo di potenze tra 900 e 2000 Cv. Delineati nelle loro caratteristiche i vari tipi di rimorchiatori (portuale, costiero, d'alto mare), si descrivono i rimorchiatori tipo "PROVENÇAL 9", (portuali-costieri per navi di grande tonnellaggio), che costituiscono la parte più impegnata della flotta della Società. Questi rimorchiatori sono muniti di un motore FIAT B 366 S (6 cilindri, sovralimentato, potenza 1440/1620 Cv a 250/260 giri/min), che qui è illustrato nei suoi particolari costruttivi e nei suoi ausiliari. Speciale attenzione è rivolta al dispositivo di manovra e regolazione, che è risultato particolarmente adatto per le frequenti variazioni di moto e di regime cui è sottoposto il motore in questo genere di servizio: tutte le diverse operazioni richieste, sono infatti comandate da un'unica leva di manovra. Si riportano anche i risultati delle prove in mare.

Generalità.

La Société Provençale de Remorquage opera da molti anni nel porto di Marsiglia, dove l'intensità del traffico in continuo aumento, la natura stessa del porto con moli foranei che si sviluppano per diversi chilometri, la dipendenza dello stagno di Berre ove sono concentrate le maggiori raffinerie francesi (fig. 1), richiedono un grande lavoro di rimorchio, di carattere vario ed impegnativo, reso spesso difficile dal gagliardo soffio del « mistral ».

Avendo perso tutti i suoi natanti in seguito ad eventi bellici, la Société Provençale de Remorquage si trovò nel 1944 nella necessità di ricostruire al completo la sua flotta di rimorchiatori, flotta che per essere all'altezza del servizio e del previsto rapido sviluppo degli impianti e delle attività connesse al porto di Marsiglia, doveva essere costituita da unità numerose e modernamente attrezzate. Ne derivò come logica conseguenza la decisione di abbandonare i tradizionali rimorchiatori a vapore e di orientarsi verso la propulsione con motore Diesel, che offre i vantaggi di un notevole risparmio di combustibile e di una maggiore rapidità nell'entrata in azione del rimorchiatore.

Stabilita questa linea di condotta, la Société Provençale de Remorquage, nel realizzare il programma di ricostruzione, ritenne conveniente appoggiarsi fiduciosamente alla FIAT.

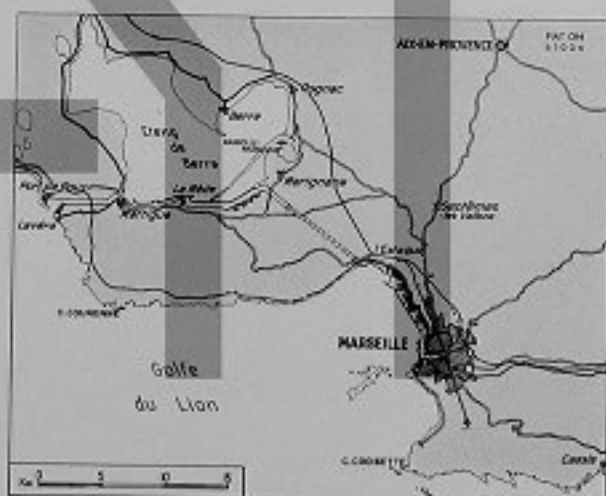


Fig. 1 - Il porto di Marsiglia e l'Étang de Berre ove sono concentrate le maggiori raffinerie francesi.



Fig. 2 - PROVENÇAL 2: rimorchiatore portuale (1949).
Motore A 365, 5 cilindri, 875 Cv a 240 giri/min.



Fig. 3 - PROVENÇAL 12: rimorchiatore costiero (1958).
Motore B 366, 6 cilindri, 1050 Cv a 240 giri/min.

RIMORCHIATORE			MOTORE FIAT		RISULTATI PROVE IN MARE			DATA	OSSERVAZIONI
Tipo	Nome	Lunghezza m	Tipo	Potenza normale Cv	Potenza massima svilupata Cv	Velocità in navigazione libera nodi	Trazione a punto fisso t	DI ENTRATA IN SERVIZIO	
Portuale	Provençal 2	21,-	A 365	875	1150	10,5	12	Dicembre 1949	—
	Provençal 3	21,-	A 365	875	1150	10,5	12	Giugno 1949	—
	Provençal 5	21,-	A 365	875	1150	10,5	12	Dicembre 1951	—
	Provençal X	—	—	—	—	—	—	In costruzione	—
Costiero	Provençal 12	28,1	B 366	1050	1450	12,-	12	Luglio 1958	—
	Provençal X	—	—	—	—	—	—	In costruzione	mantello Kort
Portuale - costiero (per grandi navi)	Provençal 8	26,5	B 366 S	1440	1620	11,5	16	Giugno 1958	—
	Provençal 9	26,5	B 366 S	1440	1620	13,-	23	Luglio 1960	mantello Kort
	Provençal 7	26,5	B 366 S	1440	1620	13,-	23	Dicembre 1960	mantello Kort
	Provençal X	—	—	—	—	—	—	In costruzione	mantello Kort
D'alto mare	Phocéen	34,5	C 368 S	1920	2450	14,-	28	Maggio 1959	mantello Kort

Tabella 1 - Caratteristiche dei rimorchiatori costituenti la flotta della Società Provençale de Remorquage di Marsiglia.



Fig. 4 - PHOCEEN: rimorchiatore d'alto mare (1959).
Motore C 368 S, 8 cilindri, sovral., 1920 Cv a 250 giri/min.

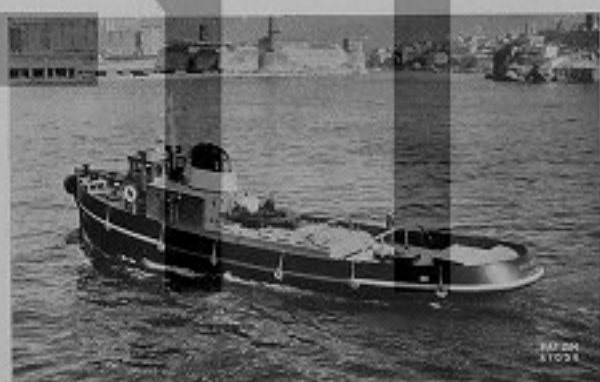


Fig. 5 - PROVENÇAL 9: rimorch. portuale e costiero (1960).
Motore B 366 S, 6 cilindri, sovral., 1440 Cv a 250 giri/min.

a cui ha dato finora la sua costante preferenza nell'acquisto degli apparati motori. La scelta della Società è caduta così sul motore Diesel tipo FIAT con cilindri del diametro di 360 mm, a due tempi, semplice effetto, relativamente lento e direttamente reversibile, che si presta quindi ad azionare l'elica senza interposizione di riduttore; si tratta di un motore molto robusto e sicuro, particolarmente adatto ad un servizio rude quale è quello dei rimorchiatori e che aveva già trovato largo impiego in servizi pesanti.

Alla nuova flotta si imponevano tre tipi di rimorchio: quello nel porto, quello nella rada e quello in mare aperto (assistenza in mare); si rendevano quindi necessari vari tipi di rimorchiatori. Nell'impossibilità di procedere contemporaneamente alla costruzione di tutte le unità occorrenti, la Società Provençale de Remorquage graduò il suo programma, stabilendo un certo ordine di precedenza,

per la sicurezza del motore, per le qualità dello scafo e per la perizia dell'equipaggio, a non far rimpiangere troppo la mancanza di una unità più potente, più adatta al lavoro in mare aperto, unità che arrivò solo nel 1959 col rimorchiatore d'alto mare « Phocéen » (fig. 4), munito di mantello d'elica Kort e azionato da un motore FIAT C 368 S, sovralimentato, di 1920 Cv.

Dopo il « Provençal 12 », per soddisfare alle necessità di carattere generale che si facevano ogni giorno più pressanti, si resero necessarie unità più potenti, capaci di operare sia nel porto che nella rada e in grado di soddisfare alle necessità delle navi cisterna di grande tonnellaggio; tali unità, che rappresentano un'anticipazione del progresso futuro in questo campo, sono state realizzate in modo brillante col motore FIAT B 366 S, sovralimentato, della potenza di 1440 Cv; le ultime due unità di



Fig. 6 - Rimorchiatori della Société Provençale de Remorquage in navigazione nel golfo di Marsiglia; in primo piano, il rimorchiatore d'alto mare PHOCEEN.

Tale suddivisione nel tempo ha permesso alla Società di fronteggiare tempestivamente la necessità, presentatasi più tardi, di avere mezzi sempre più potenti e manovrieri, che si sono potuti realizzare con l'introduzione della sovralimentazione dei motori — affermatasi e generalizzatasi nel frattempo — e con l'applicazione del mantello d'elica Kort.

Le prime unità, scese dagli scali nel 1949-1951, furono tre rimorchiatori portuali del tipo « chaloupe » (fig. 2), con motore FIAT A 365, ad aspirazione naturale, della potenza di 875 Cv.

Segui nel 1953 un primo rimorchiatore costiero, il « Provençal 12 » (fig. 3), con motore FIAT B 366, sempre ad aspirazione naturale, di 1050 Cv, che riuscì

questo tipo, uscite nel 1960, sono state ancora migliorate nelle loro prestazioni con l'introduzione del mantello Kort (fig. 5).

A tutt'oggi sono entrati in servizio otto rimorchiatori che realizzano la prima fase di ricostruzione e rimodernamento della flotta della Société Provençale de Remorquage. Le caratteristiche di ciascuna unità sono raggruppate nella tabella 1, dove sono riportati anche i primi tre rimorchiatori di prossima costruzione, facenti parte di una seconda fase costruttiva. La fig. 6 mostra tre diversi tipi di rimorchiatori della S.P.R. in navigazione nel golfo di Marsiglia.

Tutti i rimorchiatori in servizio sono stati costruiti dal cantiere INMA di La Spezia.

La parte più impegnata della flotta è costituita dai rimorchiatori nn. 8-9-7, azionati da motori FIAT B366 S; questi rimorchiatori, come già accennato, per l'elevata potenza disponibile e per le caratteristiche dello scafo, si prestano ottimamente per il servizio costiero, mentre la lunghezza relativamente limitata e le particolari qualità evolutive, accentuate dalla presenza del mantello d'elica Kort, adottato a partire dal « Provençal 9 », li rendono adatti anche per il servizio portuale; inoltre,

sempre per l'elevata potenza, queste unità sono specialmente indicate per il rimorchio delle navi di grande tonnellaggio.

Nella descrizione seguente ci soffermeremo quindi ad illustrare le caratteristiche del « Provençal 9 », che rappresenta questo tipo di rimorchiatore nella sua edizione migliorata dall'aggiunta del mantello d'elica Kort, mantello che, come già accennato, è stato applicato per la prima volta sul « Phocéen » nel 1959.

Descrizione dei rimorchiatori tipo "Provençal 9",

1) Lo scafo.

La figura 7 rappresenta i piani generali di questi rimorchiatori comprendenti la sezione longitudinale dello scafo, la pianta del ponte e la pianta sul pagliolo.

Il battello ha le seguenti caratteristiche:

— lunghezza fuori tutto	26,45 m
— lunghezza fra le perpendicolari	24,00 »
— larghezza massima fuori ossatura	6,90 »
— altezza di costruzione	3,90 »
— immersione media	3,10 »
— dislocamento	225 t
— velocità massima in navigazione libera nelle prove in mare	13 nodi
— trazione massima al punto fisso nelle prove in mare	23 t

Il servizio del rimorchiatore prevede l'impiego anche fuori del porto, di conseguenza il profilo dello scafo è stato disegnato in modo da assicurare la navigazione anche con mare cattivo. Particolare cura è stata posta per ottenere una perfetta tenuta dei quattro compartimenti stagni in cui lo scafo è diviso: gavone di prora, locale equipaggio per 8 persone, locale motore e servizi ausiliari, stivetta di poppa. Il gavone di prora è stato particolarmente rinforzato per utilizzare il battello anche nel rimorchio a spinta.

Il deposito del combustibile ha una capacità totale di 35 m³ ed è ripartito in sei casse sottostanti al locale equipaggio e al locale motore.

All'osteriggio di macchina sono applicati due ganci di rimorchio adatti per un tiro di 30 tonnellate.

Nel cassero sono sistemati i servizi per il personale di bordo e, in posizione più sopraelevata, la timoneria e il fumaiolo; nel cassero è inoltre disposta la turbosolfante di sovralimentazione del motore.

Caratteristica interessante di questo rimorchiatore è di avere il timone costituito da un mantello d'elica mobile del tipo Kort; con questa disposizione l'elica gira nell'interno di un tubo di profilo idrodinamico, orientabile a guisa di timone. Il governo è ottenuto con un servomotore

idraulico tipo Calzoni, azionato normalmente da una elettropompa e in caso di emergenza da una pompa a braccia; il mantello può anche essere mosso direttamente con una barra collegata a due paranchi.

Il mantello d'elica applicato a navi lente, come sono appunto i rimorchiatori, presenta i seguenti vantaggi:

- aumento della spinta a parità di potenza e quindi maggior forza di rimorchio disponibile e maggior rendimento della propulsione;
- notevole miglioramento delle qualità evolutive della nave.

Inoltre l'elica risulta protetta dall'urto contro natanti o bassi fondali. L'elica del « Provençal 9 » è di bronzo a 4 pale ed è azionata direttamente dal motore mediante una breve linea d'asse.

2) L'apparato motore.

Il motore Diesel di propulsione è del tipo FIAT B366 S, a due tempi, semplice effetto, sovralimentato con una turbosolfante azionata dai gas di scarico, direttamente reversibile. Esso è formato da 6 cilindri in linea, a stantuffi tuffanti, del diametro di 360 mm e corsa di 650 mm.

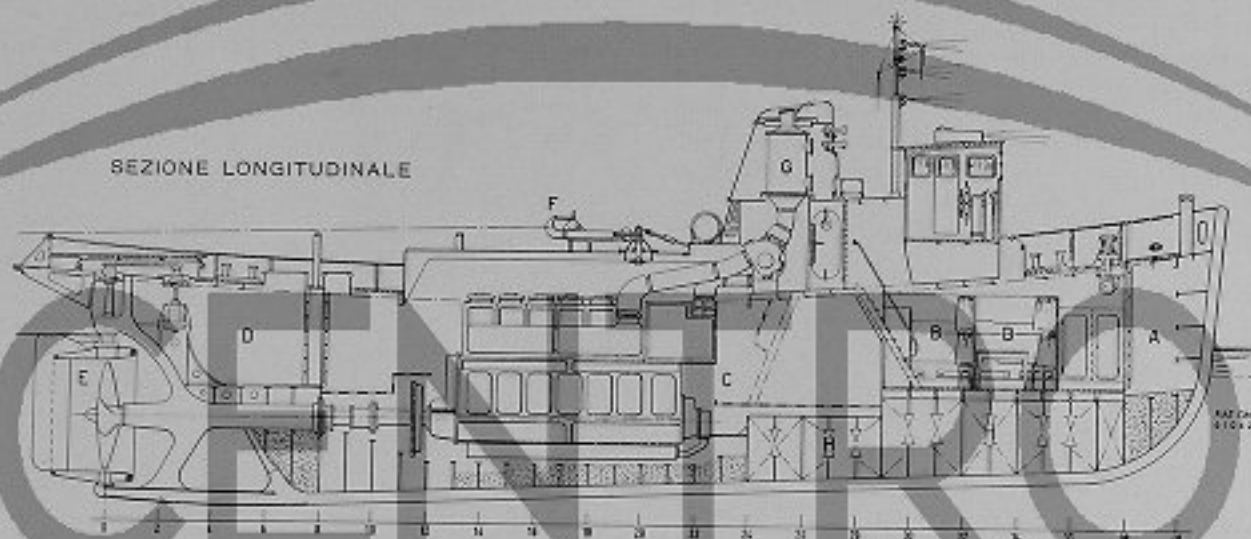
Le prestazioni sono le seguenti:

- *potenza normale*: 1440 Cv a 250 giri/min (p.m.e. = 6,54 kg/cm² - velocità media stantuffo = 5,42 m/s);
- *potenza massima*: 1620 Cv a 260 giri/min (p.m.e. = 7,05 kg/cm² - velocità media stantuffo = 5,63 m/s).

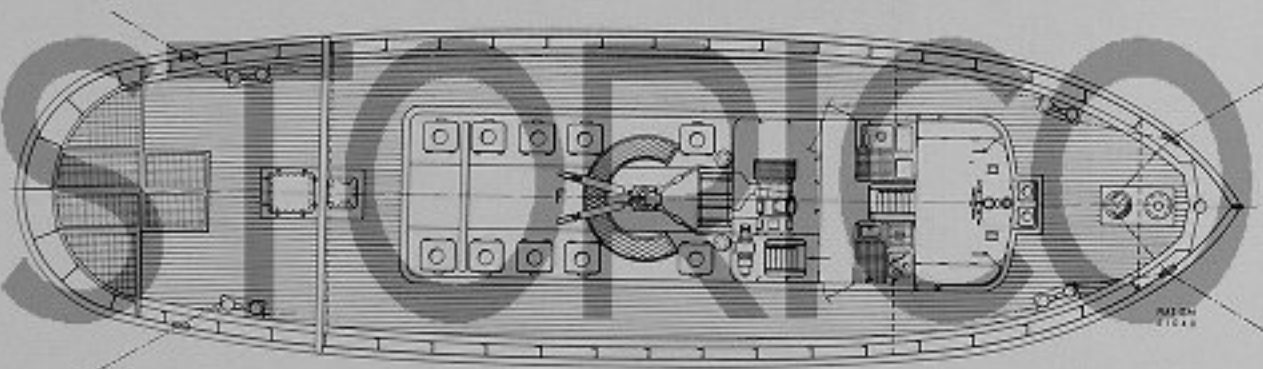
Questo motore, che nell'edizione ad aspirazione naturale è stato fornito per numerosi impianti fissi e navali con ottimo esito, ha avuto lo stesso successo anche nell'edizione sovralimentata, applicata per la prima volta ai rimorchiatori della Société Provençale de Remorquage.

La struttura del motore è chiaramente indicata nella fig. 8, dove sono rappresentate la sezione trasversale e quella longitudinale. A pagina 103 è riportata la fotografia del motore presa nella nostra Sala Prove; detta foto rappresenta l'esecuzione con turbosolfante montata sul motore, mentre sul « Provençal 9 » la turbosolfante è separata (ved. fig. 7).

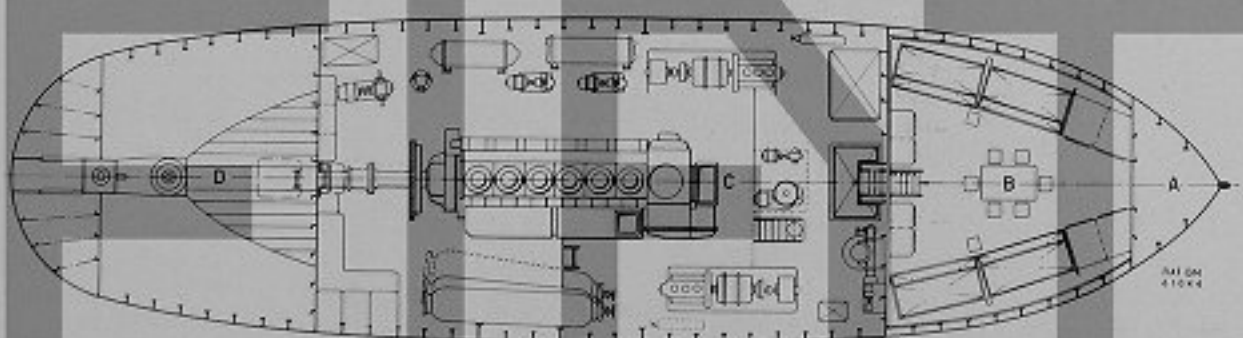
SEZIONE LONGITUDINALE



PIANTA SUL PONTE DI COPERTA



PIANTA SUL PAGLIOLO



Lunghezza fuori tutto	26,45 m	A	Gavone di prora
Lunghezza tra le perpendicolari	24,00 m	B	Locale equipaggio per 8 persone
Larghezza fuori ossatura	6,90 m	C	Locale motore e servizi ausiliari
Altezza di costruzione	3,90 m	D	Stivetta di poppa
Immersione media	3,10 m	E	Mantello d'elica mobile del tipo Kori
Dislocamento	225 t	F	Ganci di rimorchio da 30 t
Velocità max. in navig. libera (prove in mare)	13 nodi	G	Parasciville
Trazione max. al punto fisso (prove in mare)	23 t	H	Tanche del combustibile (35 m ³)

Fig. 7 - Piani generali dei rimorchiatori tipo « Provençal 9 ».

Oltre al vantaggio peculiare dei motori a stantuffi tuffanti di avere un'altezza abbastanza ridotta, il motore possiede notevoli caratteristiche di rigidità e compattezza, essendo formato sostanzialmente da due blocchi: l'incastellatura e i cilindri. L'incastellatura di ghisa, divisa in due sezioni, comprende in un'unica fusione il basamento e i montanti, per cui la sua sezione trasversale presenta una caratteristica forma ad U.

I cilindri sono fissati all'incastellatura mediante robusti

particolarmente energico facendo circolare l'olio refrigerante in condotti ad elica ed a spirale ricavati di fusione nella testata stessa.

La lubrificazione dei cilindri avviene in parte per sbattimento, ma in prevalenza è ottenuta con un dispositivo di lubrificazione indipendente, costituito dal noto sistema di pompe multiple. Ciò consente l'uso di lubrificanti appropriati e permette di regolare l'afflusso dell'olio sia per il complesso dei cilindri che per ciascuno di essi.

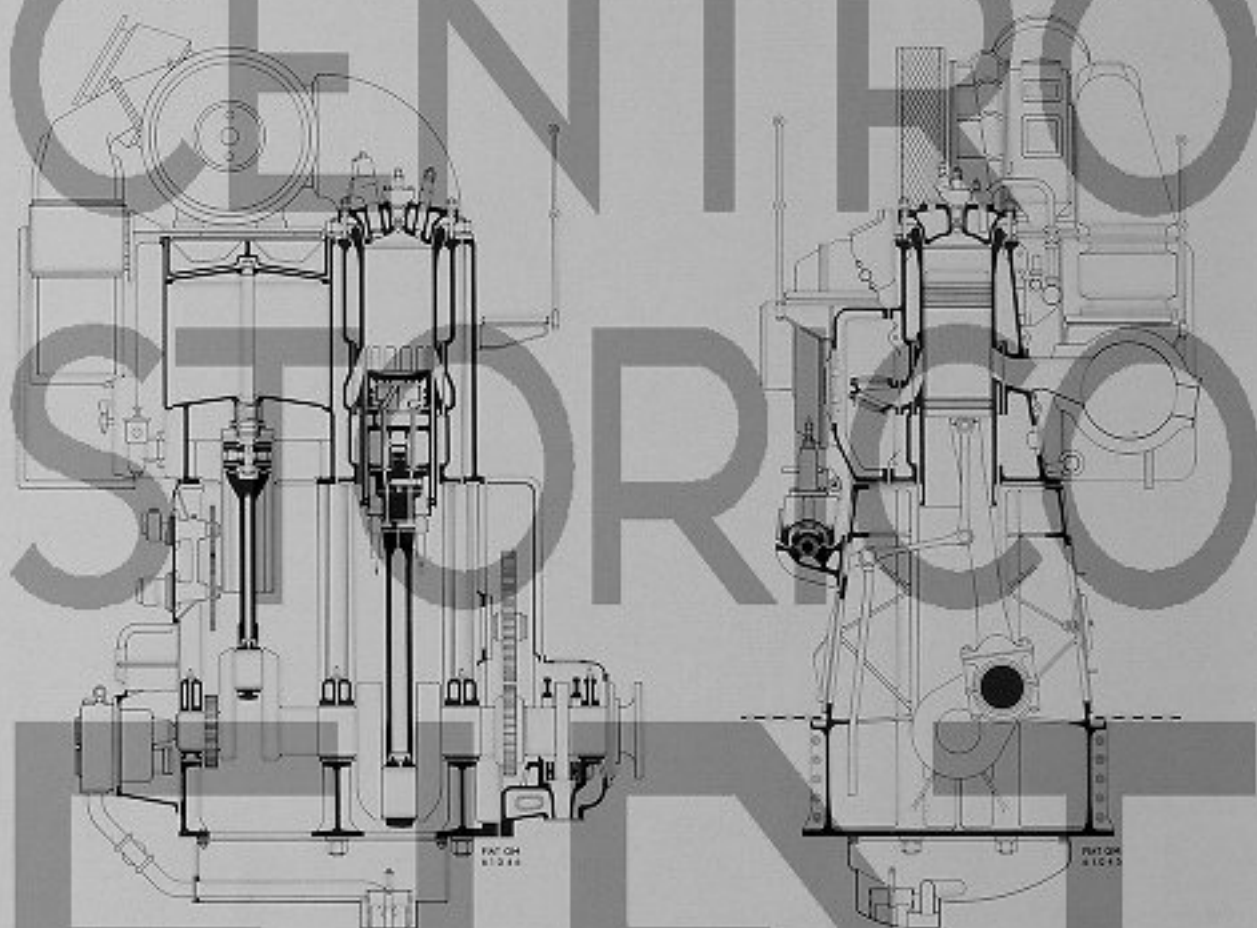


Fig. 8 - Sezione longitudinale e trasversale del motore FIAT tipo B 366 S, nell'esecuzione con turbosoffiante sul motore.

tiranti, che l'attraversano per tutta la lunghezza e sono fissati inferiormente ad un livello sottostante ai cuscinetti di banco. Questi tiranti sono mantenuti ad una determinata tensione con l'opportuno serraggio dei dadi; in tal modo le strutture di ghisa dei cilindri e della incastellatura non sono mai soggette a sforzi di tensione. Con questo precarico si ottiene anche una minor variazione della sollecitazione dei tiranti durante il funzionamento del motore.

Il raffreddamento della testata astantuffo è stato reso

L'albero a manovelle, date le sue dimensioni, ha potuto essere del tipo semicomposto, con sensibile vantaggio nella sua costruzione.

All'estremità lato manovra, è sistemata la pompa dell'aria, a doppio effetto, che provvede al secondo stadio della compressione per il lavaggio e la sovralimentazione. All'estremità opposta, lato volano, è applicato il cuscinetto di spinta. Sul lato sinistro dell'incastellatura, vista dal lato volano, sono disposte le pompe del combustibile ed il relativo albero della distribuzione.



Motore FIAT tipo B 366 S: esecuzione con turbosoffiante sul motore.

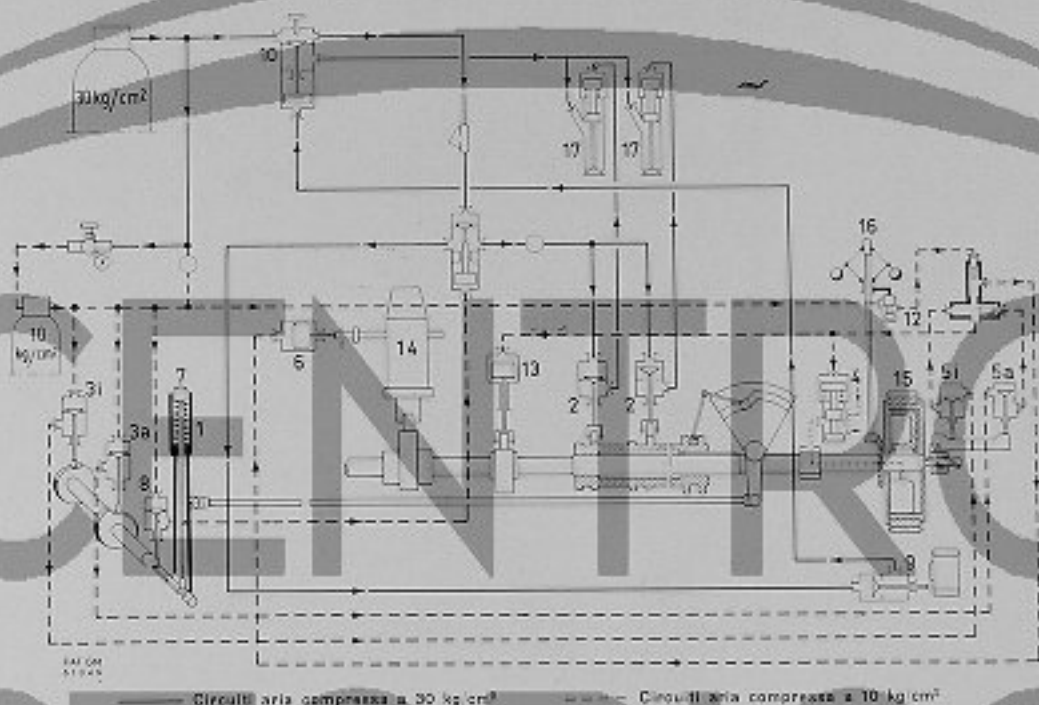


Fig. 9 - Schema dei circuiti dell'aria compressa del dispositivo di manovra.

- Il motore del « Provençal 9 » aziona direttamente:
- la pompa ad ingranaggi per la circolazione dell'olio destinato alla lubrificazione generale ed al raffreddamento degli stantuffi;
- la pompa alternativa a doppio effetto per la circolazione dell'acqua di mare destinata al raffreddamento dell'olio, dell'aria di sovralimentazione e dell'acqua dolce per la refrigerazione del motore;
- la pompa a palette per la circolazione dell'acqua dolce per il raffreddamento dei polverizzatori.

3) Dispositivo di manovra e regolazione del motore.

Riteniamo di un certo interesse soffermarci sulla descrizione e sul funzionamento del dispositivo di manovra e regolazione, che è risultato particolarmente adatto per le frequenti e rapide variazioni di moto e di regime cui è soggetto il motore in questo genere d'impiego. Infatti tutte le diverse operazioni continuamente richieste dal servizio di rimorchio — avviamento, marcia avanti, marcia indietro, regolazione del combustibile, arresto — sono comandate da un'unica leva di manovra.

L'avviamento del motore è ottenuto con aria compressa a 30 kg/cm^2 ; i servomotori che regolano le manovre dell'avviamento e dell'inversione di marcia ed il funzionamento del regolatore centrifugo di sicurezza, sono azionati da aria compressa a 10 kg/cm^2 , derivata, con apposito riduttore, dall'aria a 30 kg/cm^2 .

Nella tavola fuori testo a fronte è riportato lo schema meccanico-pneumatico del dispositivo di manovra, e nella

fig. 9 lo schema dei relativi circuiti dell'aria compressa. Con la leva *I* si provvede a tutte le possibili manovre ed alla regolazione del motore, nel modo seguente:

— *Arresto del motore* - Leva *I*, verticale, al centro del settore dentato di manovra. In tale posizione le cremagliere delle pompe combustibile, comandate dalla leva di manovra mediante tiranti e leveraggi vari, escludono il combustibile al motore.

— *Avviamento della marcia AV* - La leva *I* viene spostata in avanti e con tale manovra:

- a) il gruppo di eccentrici dell'avviamento MA corrispondente alla marcia AV, viene portato in posizione di azionamento delle valvole 2 per la distribuzione dell'aria compressa ai cilindri;
- b) viene predisposta l'eventuale rotazione dell'inversore dalla posizione di marcia AD a quella di marcia AV, mediante l'apertura della valvola 3a che permette all'aria compressa di agire sulla valvola 4 la quale a sua volta comanda lo spostamento dell'inversore nella posizione di marcia AV; detta aria deve passare prima attraverso la valvola di consenso 5a che risulta aperta solo se l'inversore non è nella posizione di marcia AV.

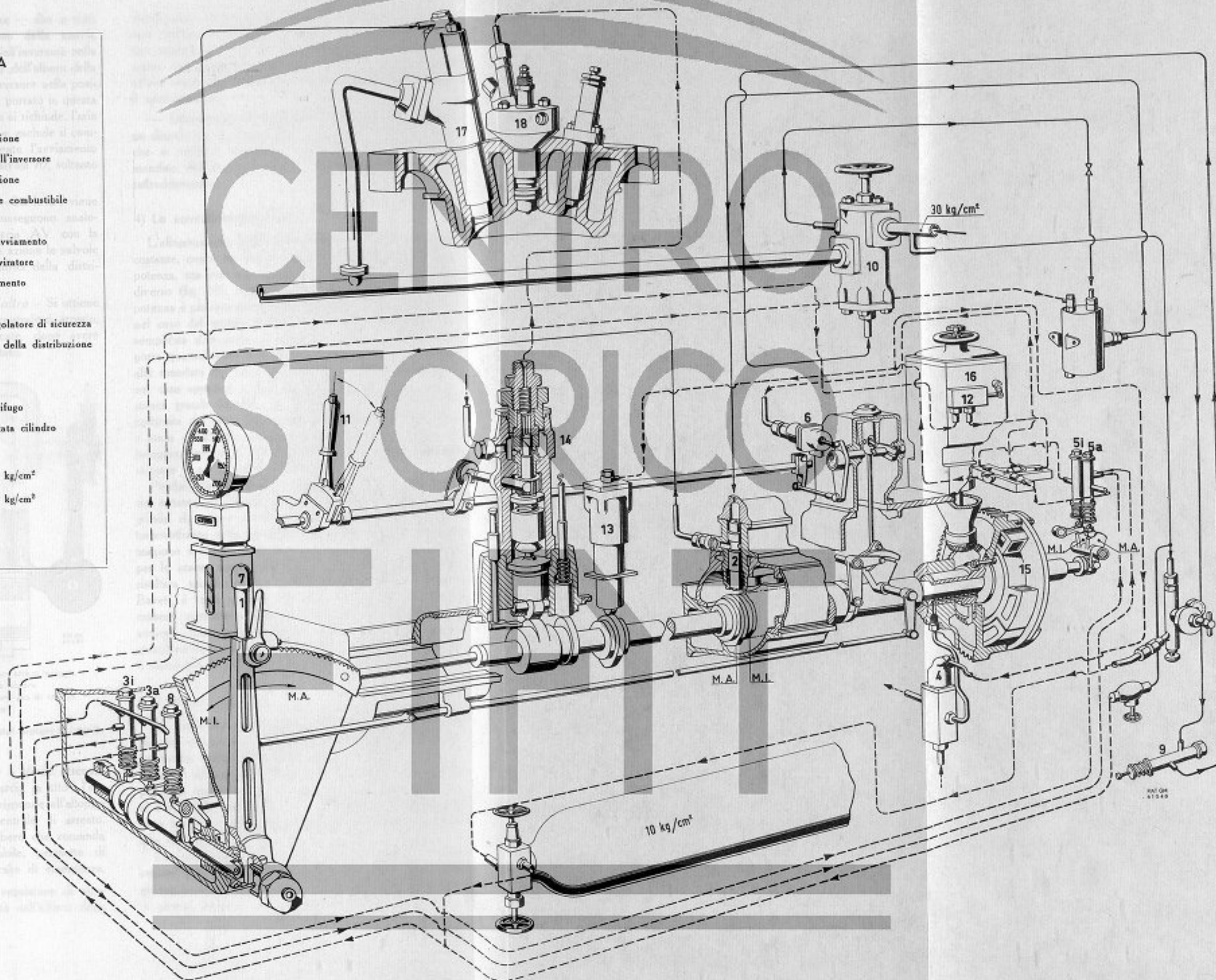
Premendo poi sul pulsante 7 della leva di manovra *I*, viene aperta la valvola 8 che determina l'entrata in funzione del complesso di avviamento; tale complesso è del normale tipo FIAT per motori a due tempi e comunque risulta chiaramente indicato dalla fig. 9 e dalla tavola fuori testo.

SCHEMA MECCANICO-PNEUMATICO DEL DISPOSITIVO DI MANOVRA E REGOLAZIONE

LEGENDA

- 1 Leva di manovra
- 2 Distributore aria avviamento
- 3 Valvole comando senso rotazione
- 4 Valvola intercettazione olio all'inversore
- 5 Valvole controllo senso rotazione
- 6 Serramotore esclusione pompe combustibile
- 7 Pulsante di avviamento
- 8 Valvola intercettazione aria avviamento
- 9 Valvola blocco manovra sul viratore
- 10 Valvola principale aria avviamento
- 11 Leva arresto di emergenza
- 12 Valvola aria azionata dal regolatore di sicurezza
- 13 Freno pneumatico sull'albero della distribuzione
- 14 Pompa combustibile
- 15 Inversore
- 16 Regolatore di sicurezza centrifugo
- 17 Valvola avviamento sulla testata cilindro
- 18 Polverizzatore

— Circuiti aria compressa a 30 kg/cm²
 --- Circuiti aria compressa a 10 kg/cm²
 - - - - - Circuito combustibile
 Circuito olio



CENTRO
STORICO
FIAT

Con l'inizio della rotazione del motore — che in virtù degli eccentrici MA avviene nel senso della marcia avanti — ha anche luogo la rotazione dell'inversore nella posizione di MA. Il freno pneumatico B dell'albero della distribuzione facilita la rotazione dell'inversore nella posizione voluta. Finché l'inversore non si è portato in questa posizione, cioè finché la valvola 5a non si richiude, l'aria compressa agisce sul servomotore 6 che esclude il combustibile al motore. La valvola 9 consente l'avviamento del motore, mediante l'apertura della valvola 10, soltanto se il viratore è disinserito.

— *Avviamento della marcia AD* - La leva I viene spostata all'indietro; le operazioni si susseguono analogamente a quanto descritto per la marcia AV con la differenza che in questo caso entrano in azione le valvole 3i e 5i anziché 3a e 5a, e gli eccentrici della distribuzione MI, anziché quelli MA.

— *Passaggio da una marcia all'altra* - Si ottiene portando prima la leva nella posizione centrale di arresto, ed eseguendo poi le manovre già indicate, dopo avere atteso che il motore si sia quasi arrestato.

distribuzione attraverso una coppia di ingranaggi conici; esso esclude il combustibile quando la velocità del motore supera un certo valore prestabilito. In tal caso le masse del regolatore aprono la valvola 12, permettendo all'aria compressa di azionare il servomotore 6 che esclude il combustibile.

— *Dispositivo di allarme* - Il motore è provvisto di un dispositivo di allarme ottico e acustico per il caso che si verifichi mancanza di pressione nel circuito di mandata dell'olio o eccesso di temperatura dell'acqua di raffreddamento.

4) La sovralimentazione.

L'alimentazione della turbosoffiante è fatta a pressione costante, come nei nostri motori a due tempi di grande potenza, ma con uno schema realizzativo sensibilmente diverso (fig. 10). Infatti, mentre nei motori di grande potenza è prevista una pompa di lavaggio per ogni cilindro, nel caso del motore B 366 S la pompa di lavaggio, per semplicità d'impianto, è unica per tutti i cilindri. Ciò porta generalmente una certa oscillazione della pressione alla mandata del turbo-compressore, oscillazione che però nel caso specifico è resa trascurabile dalla capacità abbastanza grande del tubo di mandata. Altra differenza è costituita dal fatto che, sempre per semplicità d'impianto, è stato ommesso il refrigerante a valle della pompa di lavaggio, per cui il raffreddamento dell'aria è effettuato soltanto dopo la prima fase di compressione.

Poiché l'alimentazione a pressione costante, a differenza del sistema ad impulsi, non richiede tubi di scarico dei cilindri di volume limitato, è stato possibile disporre la turbosoffiante nella posizione più favorevole per la sistemazione a bordo, ossia fuori del locale macchina, dove per lo scarso spazio disponibile, la sistemazione sarebbe risultata sacrificata. La turbosoffiante, del tipo Brown Boveri, è stata piazzata sul ponte in apposito locale del cassero sottostante alla ciminiera (fig. 7); l'aspirazione avviene contemporaneamente dall'esterno e dal locale macchina se i relativi osteriggi sono aperti. Nella ciminiera è sistemato il silenziatore-parascintille di scarico.

5) I servizi ausiliari.

La sistemazione dei diversi macchinari ed impianti nel ristretto volume del compartimento macchina ha richiesto un'attenta utilizzazione dello spazio disponibile, sia in relazione all'ingombro del motore principale, sia per la presenza dei numerosi impianti ausiliari; con tutto ciò si è riusciti a mantenere una sufficiente accessibilità a tutte le parti dell'impianto, come risulta ad esempio dalla foto della fig. 11.

La tavola fuori testo a pag. 106 raccoglie le varie sezioni e la pianta del compartimento motore con tutti gli impianti ivi contenuti, che si descrivono brevemente in quanto segue.

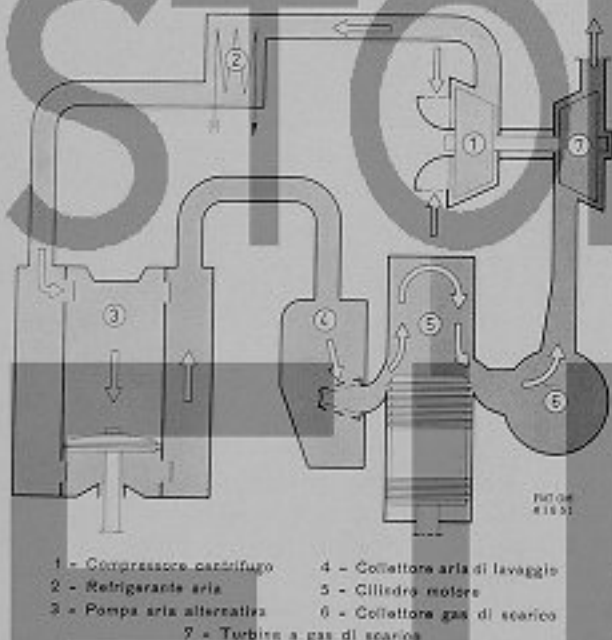


Fig. 10 - Schema di sovralimentazione del motore B 366 S.

— *Regolazione del combustibile* - Viene ottenuta spostando la leva nel settore della marcia in atto; l'aumento del combustibile al motore corrisponde all'allontanamento della leva dalla posizione centrale di arresto. La leva II, calettata direttamente sull'albero che comanda le cremagliere delle pompe combustibile, permette di escludere il combustibile al motore in caso di emergenza.

— *Regolatore di sicurezza* - Il regolatore di sicurezza 16, di tipo centrifugo, è azionato dall'albero della

— *Impianto olio lubrificazione generale e raffreddamento stantuffi* - La circolazione dell'olio è effettuata normalmente dalla pompa ad ingranaggi del motore. Questa aspira l'olio da un apposito pozzetto della coppa e lo invia al collettore di lubrificazione del motore, dopo averlo fatto circolare in un filtro autopulitore e in un refrigerante ad acqua di mare della superficie di 45 m^2 . Nel caso di avaria della pompa ad ingranaggi, la circolazione dell'olio è assicurata da una elettropompa di riserva della portata di $50 \text{ m}^3/\text{h}$, prevalenza 5 kg/cm^2 . Al circuito è connesso un depuratore d'olio centrifugo De Laval, con relativo riscaldatore. L'impianto è dotato di un serbatoio di $1,8 \text{ m}^3$ per l'olio di riserva e di una vasca per la raccolta dell'olio da depurare. Una cassa di 300 litri costituisce il deposito per l'olio lubrificazione cilindri.

— *Impianto di raffreddamento* - La circolazione dell'acqua dolce per il raffreddamento del motore principale e della turbosoffante di sovralimentazione, è effettuata in circuito chiuso con una elettropompa centrifuga della portata di $50 \text{ m}^3/\text{h}$, prevalenza 2 kg/cm^2 ; sul circuito sono inseriti un refrigerante ad acqua di mare di 35 m^2 di superficie ed una cassa di compenso di 250 litri.

L'acqua dolce per il raffreddamento dei polverizzatori può circolare nel proprio circuito sia a mezzo dell'apposita pompa azionata dal motore, sia mediante una elettropompa di riserva da $2 \text{ m}^3/\text{h}$, prevalenza 3 kg/cm^2 .

L'acqua che serve per il raffreddamento dell'olio, dell'acqua dolce e dell'aria, viene normalmente aspirata dal mare ed inviata ai refrigeranti con la pompa alternativa azionata dal motore principale.

Una seconda elettropompa centrifuga, identica a quella dell'acqua dolce, costituisce riserva sia per questa pompa, sia per quella alternativa dell'acqua di mare azionata dal motore. Tale pompa di riserva viene normalmente impiegata anche per il servizio di sentina, per il lavaggio della nave e per i servizi igienici e antincendio.

— *Impianto travaso e alimento nafta* - Una elettropompa della portata di $5 \text{ m}^3/\text{h}$, prevalenza 20 metri, preleva la nafta dalle diverse casse di deposito e la immette nella cassa di servizio del volume di $1,5 \text{ m}^3$. In caso di avaria si può effettuare il travaso a mezzo di una pompa a mano. La stessa elettropompa può travasare nelle due casse prodire la nafta contenuta nelle altre casse, allo scopo di correggere l'assetto della nave.

Due elettropompe, portata $0,8 \text{ m}^3/\text{h}$, prevalenza 50 metri, di cui una di riserva, provvedono ad alimentare le pompe combustibile del motore principale, prelevando la nafta dal serbatoio di servizio. Dello stesso serbatoio traggono alimento i due gruppi ausiliari per la produzione dell'energia elettrica e dell'aria compressa.

— *Impianto dell'aria compressa* - L'aria compressa a 30 kg/cm^2 è ottenuta con due compressori della portata ciascuno di $60 \text{ m}^3/\text{h}$ aspirati, azionati da due motori Diesel accoppiati anche alle due generatrici elettriche a c.c. per la produzione dell'energia elettrica occorrente

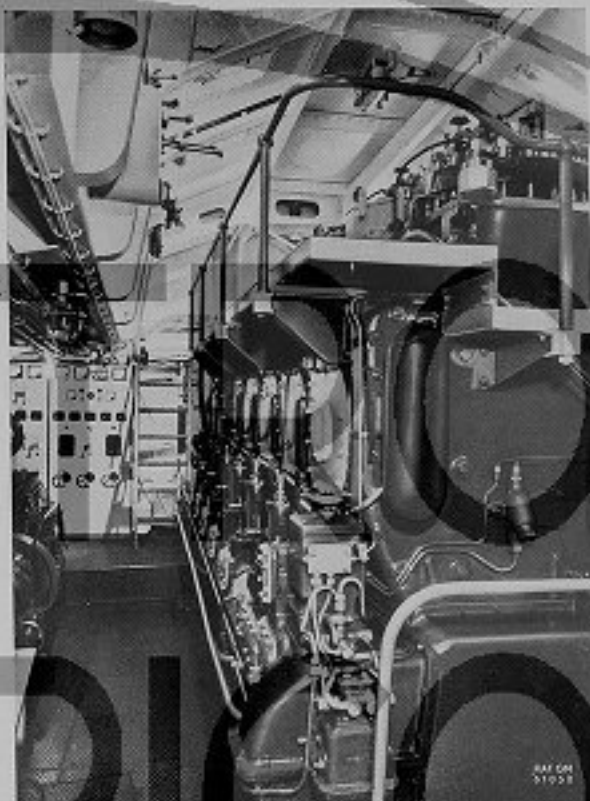


Fig. 11 - Vista del locale macchina.

a bordo. Ognuno dei due gruppi è fornito di una propria bombola di avviamento.

L'aria compressa prodotta è raccolta in 3 bombole con una capacità complessiva di 5000 litri. La sistemazione della tubolatura è fatta in modo che le visite o riparazioni di qualsiasi recipiente o compressore possano effettuarsi senza disturbare il servizio.

— *Servizio di salvataggio e antincendio* - A tale servizio è riservata una pompa elettrica centrifuga auto-adescente della portata di $150 \text{ m}^3/\text{h}$ alla pressione di 8 kg/cm^2 . Tanto l'aspirazione che la mandata di questa pompa fanno capo in coperta, per l'opportuno raccordo con manichette flessibili a seconda del genere d'impiego.

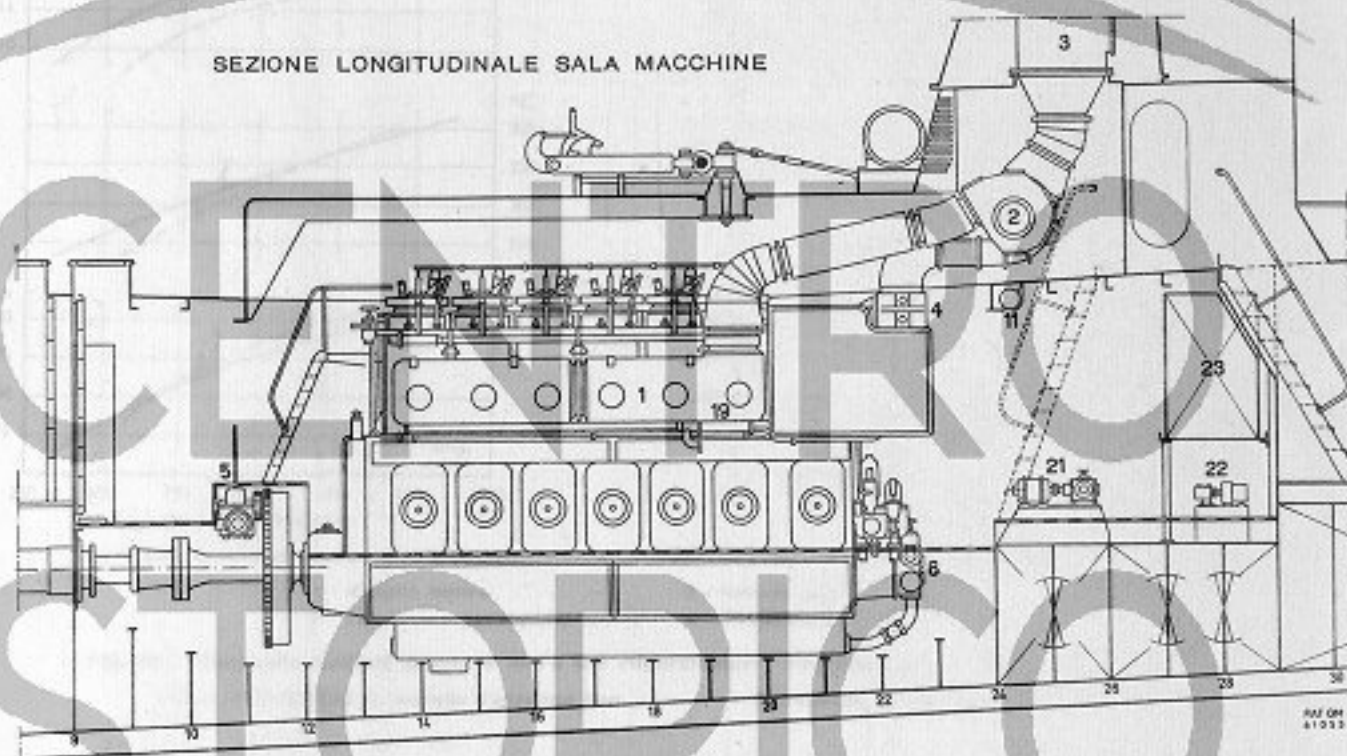
— *Impianto elettrico* - Le due generatrici a c.c. facenti parte dei due gruppi diesel-dinamo-compressore, possono erogare ciascuna la potenza di 45 kW alla tensione di 110 V . La corrente prodotta fa capo ad un quadro di manovra che provvede alla distribuzione generale della luce e della forza motrice. Due batterie di accumulatori assicurano la luce di emergenza.

6) Risultati delle prove in mare.

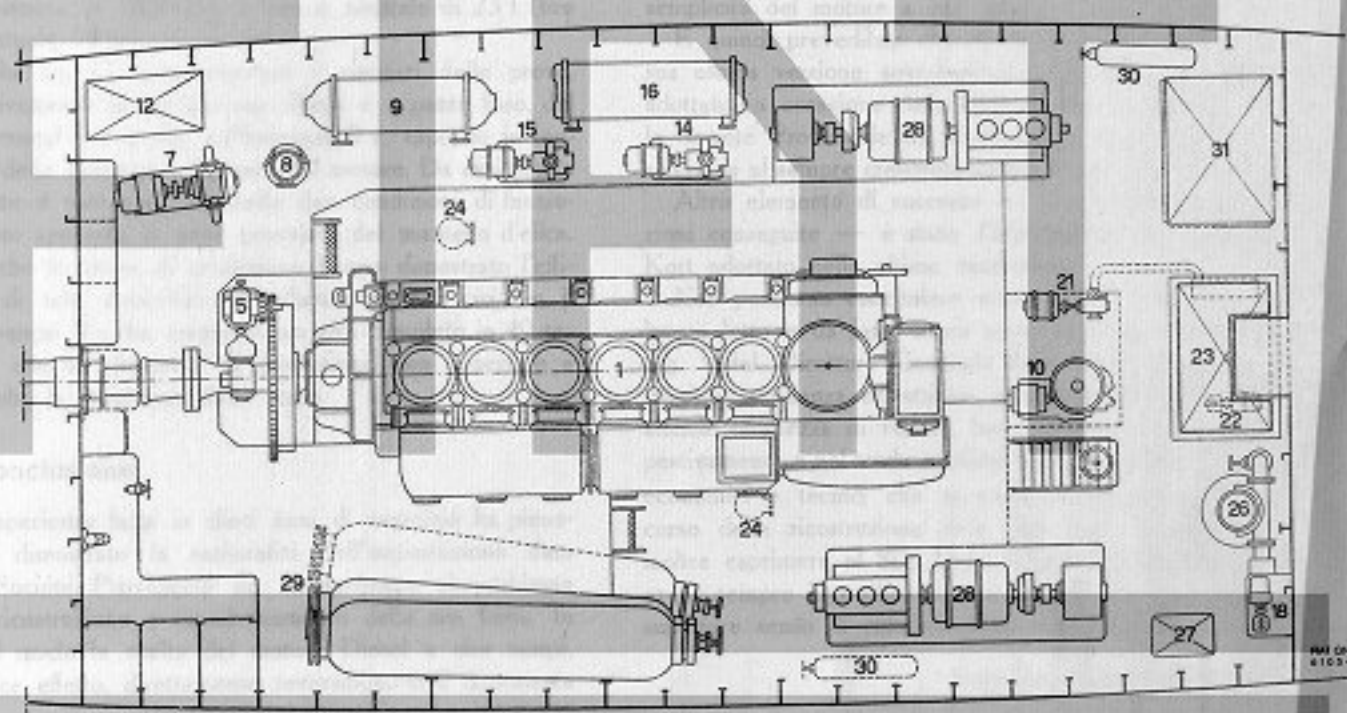
I risultati delle prove in mare del rimorchiatore « Provençal 9 », sia in libera navigazione sia a punto fisso, sono molto interessanti — specie se confrontati con quelli ottenuti col « Provençal 8 », avente lo stesso tipo di scalo

RIMORCHIATORE "PROV" MOTORE B 366 S

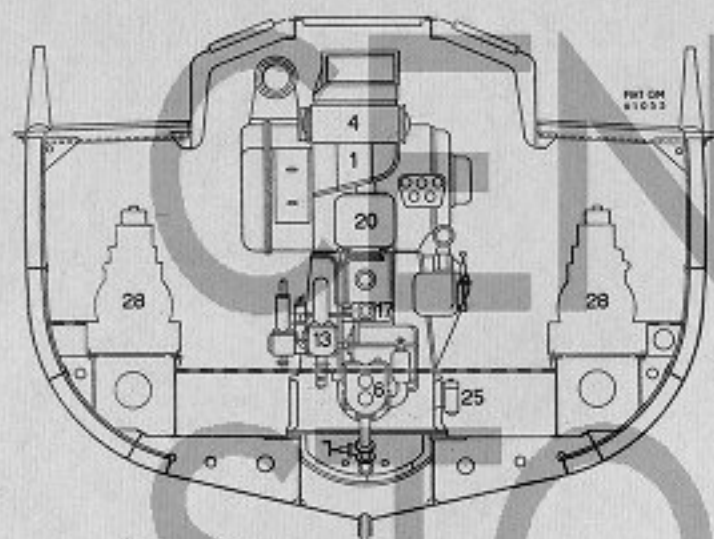
SEZIONE LONGITUDINALE SALA MACCHINE



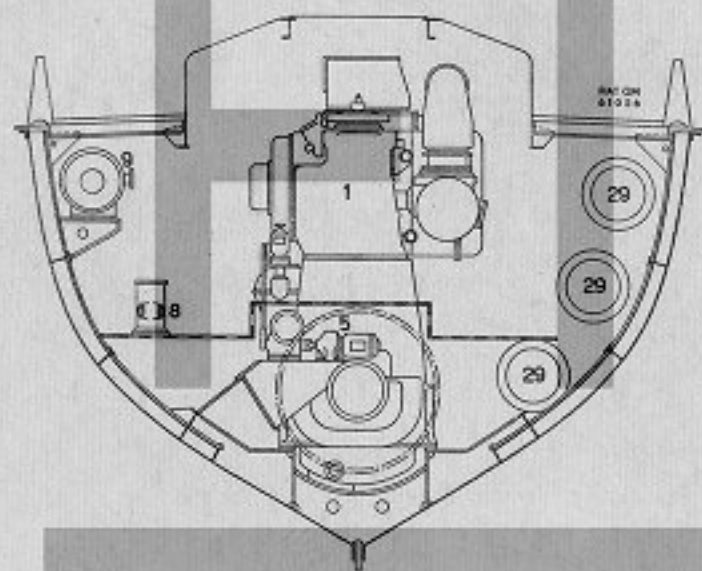
PIANTA SUL PAGLIOLO SALA MACCHINE



SEZIONE SULL'ORDINATA N. 22 VISTA DA PRUA

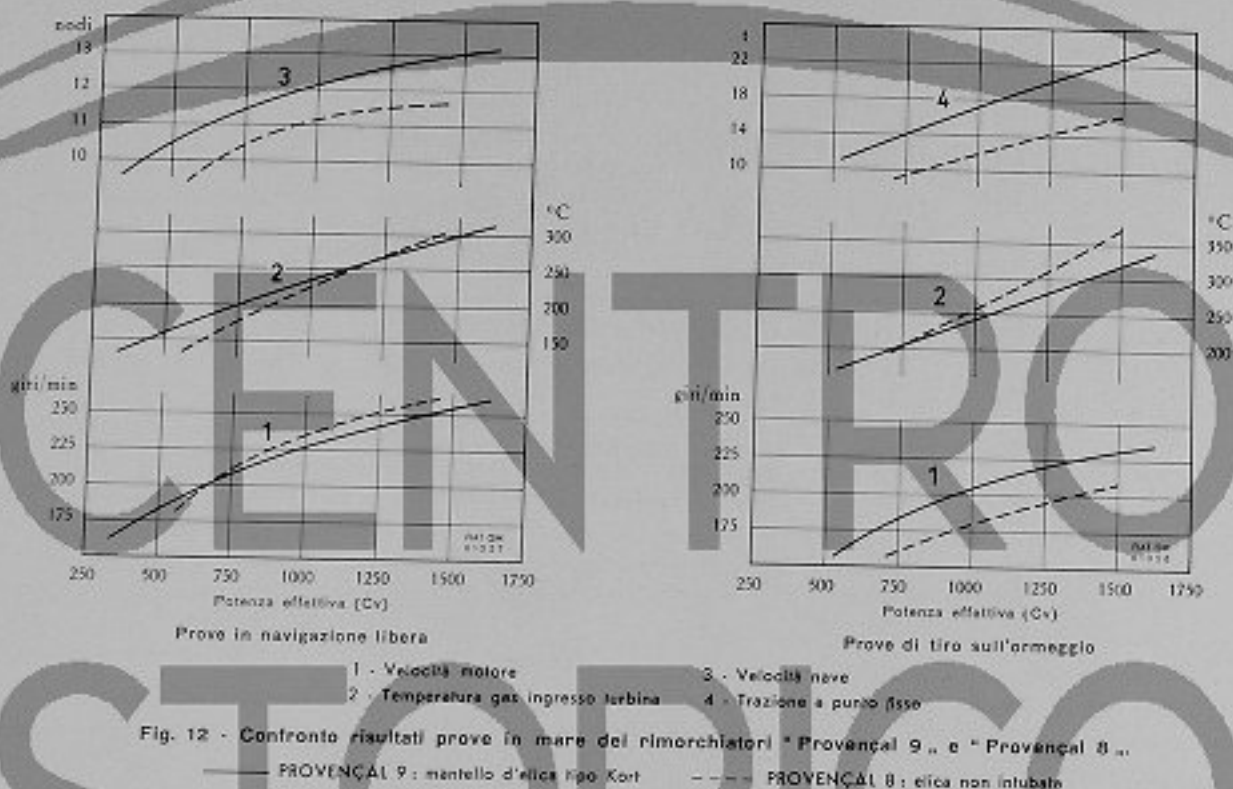


SEZIONE SULL'ORDINATA N. 11 VISTA DA POPPA



LEGENDA

- 1 Motore di propulsione FIAT tipo B 366 S: 1440 Cv a 250 giri/min
- 2 Turbosoffiante di sovralimentazione a gas di scarico
- 3 Parascintille
- 4 Refrigerante aria di sovralimentazione
- 5 Vitratore a comando elettrico
- 6 Pompa olio di servizio a ingranaggi, comandata dal motore
- 7 Elettropompa olio di riserva (portata: 50 m³/h - prevalenza: 5 kg/cm²)
- 8 Filtro olio autopulitore
- 9 Refrigerante olio (superficie: 45 m²)
- 10 Depuratore centrifugo olio di lubrificazione (De Laval)
- 11 Riscaldatore per servizio depurazione olio
- 12 Cassa deposito olio lubrificazione cilindri (capacità: 300 litri)
- 13 Pompa circolazione acqua salata, a stantuffo, comandata dal motore
- 14 Elettropompa circolazione acqua dolce (portata: 50 m³/h - prevalenza: 2 kg/cm²)
- 15 Elettropompa di riserva per acqua dolce e salata (portata: 50 m³/h prevalenza: 2 kg/cm²)
- 16 Refrigerante acqua dolce (superficie: 35 m²)
- 17 Pompa acqua di servizio raffreddamento polverizzatori, comandata dal motore
- 18 Elettropompa acqua di riserva raffreddamento polverizzatori
- 19 Refrigerante acqua dolce raffreddamento polverizzatori
- 20 Cassa acqua dolce raffreddamento polverizzatori
- 21 Elettropompa trivaso nafta (portata: 5 m³/h - prevalenza: 2 kg/cm²)
- 22 Elettropompa alimentazione nafta al motore e riserva
- 23 Cassa di servizio combustibile (capacità: 1,5 m³)
- 24 Pressa a mare
- 25 Filtro nafta
- 26 Elettropompa centrifuga di salvataggio e antincendio (portata: 150 m³/h prevalenza: 8 kg/cm²)
- 27 Reostato pompa salvataggio e antincendio
- 28 Diesel-dinamo-compressore
- 29 Bombole aria compressa avviamento motore principale
- 30 Bombole aria compressa avviamento gruppi elettrogeni
- 31 Quadro elettrico



e di motore, ma con elica libera — perché confermano pienamente il notevole vantaggio apportato dall'applicazione del mantello d'elica Kort a questo tipo di nave.

Tali risultati sono stati migliori di quelli contrattualmente previsti; infatti in navigazione libera e sviluppando la potenza di 1450 Cv è stata raggiunta la velocità di 13 nodi (velocità contrattuale 12 nodi); al punto fisso, con potenza di 1620 Cv, il tiro è risultato di 23 t (tiro contrattuale 19 t).

Nella fig. 12 sono riportati i risultati delle prove, rispettivamente in navigazione libera e a punto fisso, del « Provençal 9 » e del « Provençal 8 », espressi in funzione della potenza sviluppata dal motore. Da essi risulta evidente il vantaggio che nelle due condizioni di funzionamento presenta la nave provvista del mantello d'elica.

Anche le prove di evoluzione hanno dimostrato l'efficacia di tale mantello; all'andatura di 220 giri/min il « Provençal 9 » ha compiuto un giro completo in 40 secondi, con un diametro di evoluzione non superiore a 1,5 volte la lunghezza dello scafo.

7) Conclusione.

L'esperienza fatta in dieci anni di esercizio ha pienamente dimostrato la razionalità dell'impostazione data dalla Société Provençale de Remorquage al problema della ricostruzione e rimodernamento della sua flotta. In special modo la scelta del motore Diesel a due tempi, semplice effetto, direttamente reversibile, si è dimostrata

particolarmente felice per la sicurezza del servizio e per il costo di esercizio, confermando in modo definitivo la particolare attitudine di questo motore al lavoro di rimorchio. La sua maggior convenienza rispetto a un quattro tempi di pari potenza dipende, a parità di p.m.e., dalla minor velocità — circa la metà — che consente di azionare l'elica senza riduttore, e dalla nota maggior semplicità del motore a due tempi.

È quindi prevedibile che questo apparato motore, nella sua ultima versione sovralimentata, seguirà ad essere adottato in occasione della seconda fase costruttiva che la Société Provençale de Remorquage ha impostato in relazione al sempre crescente traffico del porto di Marsiglia.

Altro elemento di successo — per le migliori prestazioni conseguite — è stato l'introduzione del mantello Kort adottato nelle ultime costruzioni.

Non possiamo concludere questa breve rassegna del lavoro fatto e da fare, senza porre in rilievo l'opera del Sig. Vidal, Direttore Generale della Società francese, la cui intraprendenza ed attività, accomunate ad una eccezionale larghezza di vedute, hanno sempre risolto tempestivamente e nel modo migliore tutti i numerosi problemi economici e tecnici che si sono via via presentati nel corso della ricostruzione della sua flotta. Desideriamo inoltre esprimere al Sig. Vidal il nostro grato animo per avere sempre improntato i suoi rapporti con noi ad un superiore senso di collaborazione e di amicizia.

Dott. Ing. GIUSEPPE MORI.

LA SALDATURA ALL'ARCO ELETTRICO DI STRUTTURE PER MOTORI DIESEL

Memoria presentata al " VII Congresso dell'Associazione Meccanica Italiana "

Dopo aver esaminato i principali fattori tecnici ed economici che possono, nella costruzione dei motori Diesel, determinare la scelta fra le strutture fuse e le strutture saldate, ed accennato brevemente ai principali tipi di motori con strutture saldate costruiti dalla FIAT Grandi Motori, si descrivono alcune saldature manuali, semiautomatiche ed automatiche, con accenno al macchinario ed alle attrezzature impiegate.

Vengono quindi descritti, a titolo di esempio, alcuni giunti saldati, riportando le sequenze delle operazioni ed i parametri delle saldature; si riferisce infine sui controlli che vengono eseguiti dall'inizio del progetto fino al collaudo finale dei giunti, con accenno particolare al controllo mediante gli ultrasuoni.

1) Elementi di confronto fra strutture saldate e strutture fuse.

Con il termine « struttura », parlando di motori Diesel, si intende normalmente indicare quei particolari che rappresentano la parte statica del motore.

Tali strutture sono di solito costituite da vari elementi o tronchi formanti a loro volta il basamento, l'incastellatura o gruppo cilindri, i montanti; la loro costruzione è ottenuta impiegando fusioni in ghisa o in lega d'alluminio, oppure lamiere di acciaio che, opportunamente sagomate e unitamente o meno a parti in acciaio fuso, vengono saldate elettricamente fra di loro per formare il particolare desiderato.

La scelta del tipo di struttura da impiegare, fusa o saldata, dipende logicamente da molti fattori, sia economici che tecnici, fra i quali principalmente la considerazione della variazione di peso, l'economicità dei metodi costruttivi e la possibilità contingente di applicarli, le caratteristiche di funzionamento del motore ed il suo impiego.

Pur essendo questa scelta compito dei Servizi di Progettatura ed esulando dall'argomento di questa memoria, è tuttavia interessante conoscere, in linea di massima, i vantaggi e gli svantaggi di una struttura in lamiera saldata al confronto di una analoga struttura in fusione di ghisa, per quelli che sono i fattori principali da considerare nella scelta fra i due tipi di struttura e cioè: peso e costo.

a) **Peso.** - Impiegando una struttura formata da lamiere di acciaio e particolari in acciaio fuso saldati all'arco elettrico — purché essa venga appositamente

progettata e non impiegata soltanto come sostituzione di materiali senza variazione di forma (acciaio al posto della ghisa) — si può ottenere mediamente una riduzione di peso del 20 ÷ 30 % rispetto alla struttura fusa in ghisa.

Tale valore è logicamente suscettibile di variazione, in funzione soprattutto delle dimensioni più o meno grandi del pezzo. A titolo di esempio, nella tabella 1 è riportato il confronto eseguito sul peso dei materiali impiegati per un tronco di basamento di motore, con cilindri di diametro 750 mm, in ghisa e in lamiera saldata.

Come si vede, in questo caso, si ha una riduzione di peso del 35 % sull'elemento finito.

TIPO DI COSTRUZIONE	PESO (kg)				
	Lamiera grezza	Lamiera lavorata	Dopo saldatura	Fusione grezza	Pezzo finito
Lamiera saldata	9600	7150	7850	—	7400
Fusione in ghisa	—	—	—	13400	11400

Tabella 1 - Confronto dei pesi dei materiali impiegati per un tronco di basamento di motore, nelle due versioni: in ghisa e in lamiera saldata (diametro cilindro: 750 mm).

b) **Costo.** - Tale fattore è da considerare caso per caso, in quanto nella sua determinazione intervengono elementi variabilissimi, secondo il punto di vista che si considera predominante.

Normalmente si può considerare una certa parità di costo se si tiene conto da un lato del valore dei modelli necessari alla fusione, ammortizzato su un numero limitato

di pezzi, e dall'altro della possibilità di poter realizzare quegli accorgimenti di lavorazione che permettono maggior speditezza di costruzione della struttura saldata e che vengano ad incidere sul costo del singolo pezzo in misura più o meno grande secondo il quantitativo di pezzi formanti il lotto in lavorazione, come ad esempio: attrezzature per la preparazione dei giunti, posizionatori di saldatura ed apparecchiature automatiche.

Naturalmente, nel caso in cui il guadagno di peso sia di notevole importanza o addirittura determinante per la costruzione o meno di un tipo di struttura, non è più logico parlare di confronto dei costi.

Si tenga pure presente che il costo relativamente elevato delle strutture saldate per motori Diesel, deriva principalmente dalle alte qualità che vengono richieste alle saldature principali, qualità che si possono ottenere e garantire solo con tecniche particolari, più costose per le più complicate sequenze da adottare, e con controlli diffusi dei cordoni di saldatura.

Citiamo, ad esempio, nuovamente, il tronco di basamento già descritto a proposito del fattore peso; per il basamento in lamiera, rispetto al basamento fuso, si hanno i seguenti valori percentuali del costo:

- materiale greggio - 13,8 %
- ore di lavorazione, comprese le ore di saldatura che rappresentano il 73,5 % delle ore totali di lavorazione . . . + 82 %
- costo totale del pezzo finito + 40 %

Tale valore rappresenta praticamente un caso limite, dato che il tronco di basamento è uno dei particolari più importanti, più pesanti e di maggior mole formanti il motore Diesel, e richiede un'accuratezza di esecuzione e di controllo veramente notevoli.

Tuttavia la maggiorazione del 40 % scende al valore approssimato del 15 % qualora si consideri anche il costo dei modelli per la fusione, ammortizzandolo, per il caso in esame, sui 5 tronchi di basamento di cui è formato il motore.

2) Tipi di motori FIAT con strutture saldate.

La FIAT Grandi Motori ha costruito in passato diversi tipi di motori con strutture fisse saldate e attualmente sono in corso di produzione motori con tale particolarità costruttiva sia nel campo dei motori a 4 tempi, come nel campo dei motori lenti a 2 tempi.

In particolare, ricordiamo nel primo gruppo i motori tipo 288 ESS (8 cilindri in linea di $\varnothing$ 280 mm - 1500 Cv a 750 giri/min) di cui fino ad oggi sono state costruite circa 300 unità destinate alle ferrovie Argentine; i motori

tipo 2312 SF (12 cilindri a V di $\varnothing$ 230 mm - 1400 Cv a 1000 giri/min) montati sulle locomotive Diesel-elettriche delle Ferrovie dello Stato in servizio sulla rete dell'Italia Meridionale e di cui è in corso la costruzione di un nuovo lotto di 60 motori per altrettante locomotive; i motori tipo 3012 RSS (12 cilindri a V di $\varnothing$ 300 mm - 4500 Cv a 900 giri/min) per la Marina Militare Italiana, e numerosi altri tipi di motori.

Nel secondo gruppo meritano particolare citazione il motore 7512 S (12 cilindri di $\varnothing$ 750 mm - 14400 Cv a 132 giri/min) montato sulla M/c « Sicilmotor » e i motori tipo 900 S (con cilindri di $\varnothing$ 900 mm - 2100 Cv per cilindro a 122 giri/min) di recente costruzione. Questo tipo di motore, di cui sono in corso numerose ordinazioni per motori a 8 e 9 cilindri, vanta le massime dimensioni finora realizzate dalla FIAT e rappresenta la maggiore realizzazione nella costruzione di motori Diesel a 2 tempi di grande diametro.

Per la realizzazione delle strutture saldate dei motori predetti, alla Grandi Motori è stato potenziato e modernizzato il reparto saldatura, con l'introduzione di procedimenti di saldatura relativamente recenti, quali la saldatura automatica e semiautomatica ad arco sommerso, e lo sviluppo del tradizionale procedimento manuale di saldatura ad arco con l'adozione di adatti posizionatori.

3) Tipi di saldature.

Dal punto di vista nomenclativo e progettuale i giunti vengono da noi suddivisi in:

- *saldature principali o di forza*, soggette a considerevoli sollecitazioni dinamiche oppure a sollecitazioni statiche di elevata entità, alle quali si richiede un'assoluta garanzia di sicurezza;
- *saldature ordinarie*, soggette a discrete sollecitazioni statiche oppure a modeste sollecitazioni dinamiche;
- *saldature secondarie*, sollecitate solo staticamente con tensioni normalmente limitate.

La differenza sostanziale di tali giunti sta nella funzione a cui sono destinati, funzione implicita già nella loro stessa denominazione e che comporta differenti metodi di esecuzione.

In generale, per le saldature principali e ordinarie viene applicata la tecnica della così detta « *ripresa al vertice* », tecnica che garantisce la miglior qualità del giunto, in quanto, prima di depositare la passata di ripresa, viene asportata mediante scalpellatura la parte di saldatura in cui più facilmente si possono avere dei difetti. Per poter applicare tale procedimento è logicamente necessario prevedere dei giunti accessibili da ambo i lati e curare

in modo particolare gli incroci dei cordoni, prevedendo nell'elemento strutturalmente meno importante delle aperture, o lunette di passaggio, ad arco di cerchio, in modo che il cordone più importante possa proseguire continuo, senza interruzioni.

Per l'esecuzione della scalpellatura di ripresa al vertice vengono impiegati scalpelli pneumatici (fig. 1) con utensili ad unghietta di $3 \div 4$ mm di raggio (fig. 2), in modo da asportare con sicurezza tutta la parte di saldatura penetrata attraverso la luce, variabile fino a un massimo di 3 mm, prevista dai vari tipi di preparazione dei lembi. Il lavoro viene svolto in un'apposita zona, circoscritta e suddivisa da idonee protezioni in rete metallica, ad evitare proiezioni pericolose dei frammenti scalpellati.



Fig. 1 - Scalpellatura per ripresa al vertice: questa operazione garantisce la miglior qualità del giunto, in quanto, prima della passata di ripresa, viene asportata la parte di saldatura in cui più facilmente si possono avere difetti.

Alle saldature secondarie, invece, è in genere richiesta solo una buona qualità, anche se non assolutamente garantita, trattandosi di giunzioni non di forza, ma di collegamento di cornici, squadrette, mensole, ecc., per cui non viene applicata la ripresa al vertice.

Come preparazione dei lembi da saldare vengono adottati, secondo la necessità, i vari tipi universalmente noti, quali le preparazioni a X simmetrica e dissimmetrica, a U e a doppio U, a V ecc., ottenute mediante taglio alla fiamma ossiacetilenica e lavorazione di macchina, con spalla da 1 a 4 mm e luce fino a 3 mm.

È interessante notare che gli spessori dei particolari da unire sono variabilissimi e vanno dai $6 \div 8$ mm ai

$55 \div 60$ mm: ciò comporta una maggior accuratezza in fase di esecuzione e la scelta di opportune sequenze di saldatura al fine di evitare eccessive deformazioni.

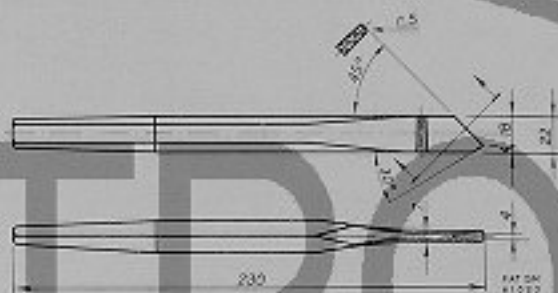


Fig. 2 - Utensile ad unghietta per scalpellatura di "ripresa al vertice".

4) Materiali base e materiali di apporto.

Gli elementi che formano le strutture principali base, quali basamenti, incastellature e montanti, sono costruiti essenzialmente in lamiera, in unione ad altri elementi in acciaio fuso o stampato. I materiali impiegati sono: per le lamiere, l'acciaio Aq 42 S fino a $20 \div 25$ mm di spessore e l'Aq 42 SS oltre i $20 \div 25$ mm; per le parti fuse e stampate, gli acciai Aq 42 ed Aq 45.

I materiali per le lamiere sono di elevata qualità; la



Fig. 3 - Posizionatore per saldatura basamento motore 288 ESS: l'impiego di adatti posizionatori consente di ridurre tutte le saldature principali e la maggior parte di quelle ordinarie, a saldature in un piano orizzontale.

percentuale di carbonio è contenuta entro 0,18 % e le impurezze (S + P) entro 0,09 ÷ 0,07 %.

Il materiale impiegato per le fusioni e gli stampati (Aq 42 e Aq 45), dà mediamente all'analisi chimica i seguenti valori:

C = 0,13 % Si = 0,27 % Mn = 0,73 %
 Cr = 0,3 % Ni = 0,4 %
 S = 0,02 % P = 0,02 %

5) Saldatura manuale.

I procedimenti di saldatura adottati, già accennati in precedenza, sono: la saldatura elettrica ad arco manuale e la saldatura ad arco sommerso, sia automatica che semiautomatica.

È molto importante la possibilità di effettuare la saldatura manuale su un piano orizzontale, e ciò sia allo scopo di facilitarne l'esecuzione, che di favorirne la buona



Fig. 4 - Maschera per puntatura lamiera e traverse basamento motore 288 ESS.

Questi valori sono quanto mai soddisfacenti e quindi, tenuto conto che i giunti che si eseguono fra questi particolari e le lamiere sono limitati e che lamiere e materiali di apporto sono di alta qualità, le strutture offrono la massima sicurezza.

Parlando di materiali di apporto è bene chiarire che vengono impiegati solo elettrodi rivestiti del V° gruppo NUF, sia basici che acidi, e fili e flussi approvati dai Registri Navali e Istituti di Classifica.

Le strutture di cui stiamo parlando sono infatti in massima parte per motori la cui costruzione avviene sotto il controllo di uno o più Registri di Classifica, quali il Registro Italiano Navale, il Lloyd's Register, l'American Bureau of Shipping, il Bureau Veritas, il Norske Veritas, oppure un ente di controllo della Marina Militare Italiana o delle Ferrovie dello Stato; ciascuno di questi Enti ha propri regolamenti che i costruttori sono tenuti ad osservare e svolge mansioni di sorveglianza, approvando i progetti, i procedimenti e le modalità di saldatura, controllando i materiali, esaminando le operazioni principali della sequenza operativa, controllando i giunti saldati.

qualità; come è noto, questa posizione è anche quella che consente l'esecuzione più rapida.

Per realizzare quanto sopra, vengono impiegati dei posizionatori appositamente costruiti, con i quali è pos-



Fig. 5 - Maschera per puntatura lamiera e traverse incastellatura motore 2312 SF.

sibile ridurre tutte le saldature principali e la maggior parte di quelle ordinarie, a delle saldature in piano orizzontale.

Nella fig. 3 è visibile uno di questi posizionatori, e precisamente quello impiegato per la saldatura del basamento del motore ferroviario 288 ESS (4 tempi - 8 cilindri in linea - diametro cilindro: 280 mm). Come si vede, si tratta di un cavalletto di sostegno inclinabile secondo posizioni prefissate e munito di perni intorno ai quali può essere ruotato il pezzo da saldare.



Fig. 6 - Impianto per saldatura automatica ad arco sommerso.

Per particolari di minor mole, o il cui quantitativo in costruzione non giustifichi l'adozione di specifici posizionatori, vengono impiegati i tipi correnti a tavola orientabile in ogni direzione, con portata variabile fino ad un massimo di 15 t.

Altri attrezzi interessanti sono le maschere per la puntatura, le quali, grazie all'accuratezza della loro costruzione, garantiscono l'esatta posizione reciproca dei pezzi da unire (figg. 4 e 5).

6) Saldatura automatica e semiautomatica.

Il procedimento di saldatura ad arco sommerso, adottato già da qualche anno, è stato applicato prima nella forma automatica e poi, a seguito dei risultati favorevoli ottenuti e della messa in commercio di macchine perfezionate, anche nella forma semiautomatica.

L'impianto automatico installato alla Grandi Motori consiste in una testa saldante Lincoln (fig. 6), montata all'estremità di un braccio mobile ed orientabile intorno ad una colonna, essa pure dotata di movimento di traslazione, essendo sistemata su un carrello su rotaie. I due convertitori rotanti da 900 Ampère caduno, dotati di doppia regolazione, sono montati anch'essi sul carrello e

ricevono corrente dalla rete di distribuzione attraverso un contatto strisciante disposto al di sotto del piano pavimento: ciò in quanto il carrello può compiere una corsa di 15 metri.

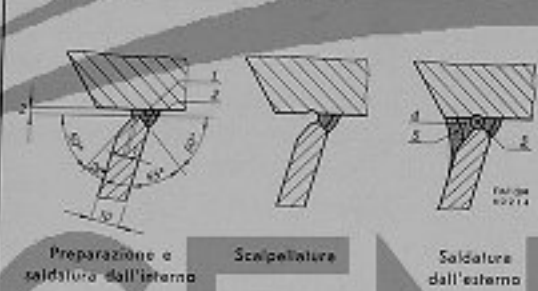
L'aspo per il filo, il contenitore del flusso ed i meccanismi di regolazione e controllo della testa saldante sono montati sul braccio mobile; ne consegue che per eseguire saldature in senso perpendicolare alle rotaie il moto di avanzamento alla testa è dato dallo spostamento del braccio, mentre per saldature in senso parallelo alle rotaie il moto di avanzamento alla testa è dato dallo spostamento del carrello, e quindi di tutta la macchina, sulle rotaie.

Le macchine semiautomatiche (fig. 7) sono invece del tipo portatile e consistono in un'unità in cui sono raccolti l'aspo e il meccanismo di avanzamento del filo, gli strumenti ed apparecchi di regolazione e controllo. L'unità può ricevere la corrente di saldatura da qualsiasi saldatrice e il movimento di spostamento del filo elettrodo viene impresso, manualmente dall'operatore, tramite una impugnatura sistemata all'estremità di una guaina passacavi di circa 3 metri di lunghezza; sull'impugnatura è pure sistemato l'imbuto in cui viene caricato il flusso.

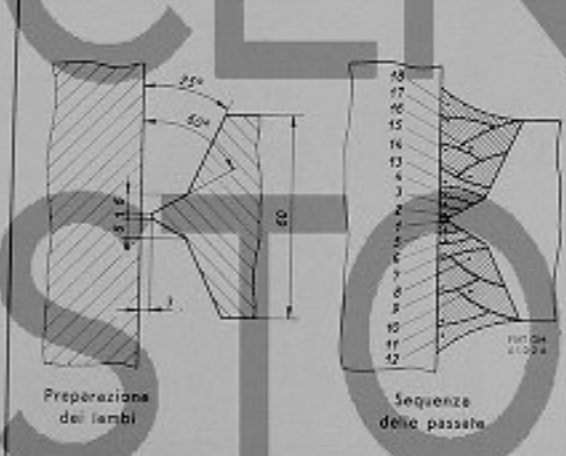


Fig. 7 - Saldatura semiautomatica ad arco sommerso, sul montante di un motore tipo 900 S.

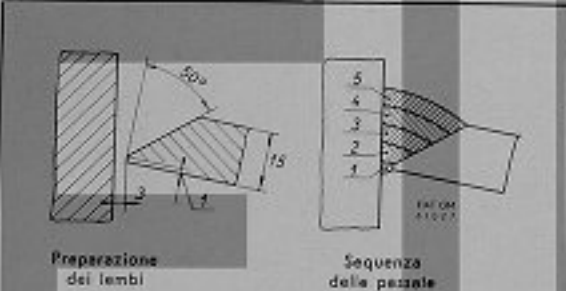
Il fatto di non essere vincolati ad alcun movimento di traslazione meccanizzato, permette di eseguire giunzioni anche non rettilinee, di tipo misto e di lunghezza limitata, tali da non rendere consigliabile l'impiego delle teste automatiche, a causa del conseguente più complesso piazzamento dei pezzi da saldare. Oltre a ciò, si ha anche il vantaggio di una maggiore possibilità di accesso, date

	SEQUENZA OPERAZIONI E PASSATE	TIPO DI FILO O ELETTRODO $\varnothing_{mm}$	PARAMETRI DI ESECUZIONE		
			Tensione V	Corrente A	Velocità cm/min
	1 ^a manuale (dall'interno)	basico $\varnothing 3,25$	—	—	—
	2 ^a manuale (dall'interno) <i>scalpellatura al vertice</i>	acido $\varnothing 5, -$	—	—	—
	3 ^a manuale (dall'esterno)	basico $\varnothing 4, -$	—	—	—
	4 ^a manuale (dall'esterno)	acido $\varnothing 5, -$	—	—	—
	5 ^a automatica (dall'esterno)	$\varnothing 3,97$	39	480	20

Tab. 2 - Incastellatura motori tipo 288 ESS: giunto longitudinale del piastrone superiore con la fiancata. Saldatura manuale ed automatica, accessibile da ambo i lati, con ripresa al vertice.

	SEQUENZA OPERAZIONI E PASSATE	TIPO DI FILO O ELETTRODO $\varnothing_{mm}$	PARAMETRI DI ESECUZIONE		
			Tensione V	Corrente A	Velocità cm/min
	1 ^a manuale	basico $\varnothing 3,25$	—	130-140	—
	2 ^a manuale	basico $\varnothing 4, -$	—	160-170	—
	3 ^a manuale	basico $\varnothing 5, -$	—	200-210	—
	4 ^a manuale <i>scalpellatura al vertice</i>	basico $\varnothing 6, -$	—	240-250	—
	5 ^a manuale	basico $\varnothing 4, -$	—	160-170	—
	6 ^a manuale	basico $\varnothing 6, -$	—	240-250	—
	7 ^a manuale	acido $\varnothing 8, -$	—	320-340	—
	8-9-10-11-12 ^a semiautomat.	$\varnothing 1,98$	38	200-230	25-30
	13 ^a manuale	acido $\varnothing 8, -$	—	320-340	—
	14-15-16-17-18 ^a semiautomat.	$\varnothing 1,98$	38	200-230	25-30

Tab. 3 - Montante motori tipo 900 S: giunto unione piastre attacco e appoggio guida pattino. Saldatura manuale e semiautomatica, accessibile da ambo i lati, con ripresa al vertice.

	SEQUENZA OPERAZIONI E PASSATE	TIPO DI FILO O ELETTRODO $\varnothing_{mm}$	PARAMETRI DI ESECUZIONE		
			Tensione V	Corrente A	Velocità cm/min
	1 ^a manuale	basico $\varnothing 4, -$	—	—	—
	2 ^a manuale	basico $\varnothing 5, -$	—	—	—
	3 ^a semiautomatica	$\varnothing 1,98$	38	230	30 ca
	4 ^a automatica	$\varnothing 3,97$	38	500	35
	5 ^a automatica	$\varnothing 3,97$	38	500	25

Tab. 4 - Montante motori tipo 900 S: giunto unione lamiera laterali alla piastra attacco guida pattino. Saldatura manuale, semiautomatica ed automatica accessibile da un solo lato.

le minori dimensioni e la maggior maneggevolezza delle impugnature, in confronto alle teste automatiche.

Per quanto riguarda i fili elettrodi ed i flussi impiegati, si tratta di materiali ben noti, di normale reperimento commerciale, per i quali vale quanto detto a proposito degli elettrodi circa l'alta qualità e le approvazioni a cui sono soggetti da parte degli Enti di Classifica.

7) Alcuni esempi di giunti saldati.

Esaminati così brevemente i procedimenti ed il macchinario di saldatura impiegati per giunti su strutture di motori Diesel in genere, nelle tabelle di regolazione 2-3-4 esponiamo nel dettaglio alcuni dei giunti più interessanti, riportando per ciascuno di essi il tipo di

preparazione e le sequenze di saldatura adottate, nonché i parametri stessi di saldatura.

A commento di questi dati pratici, alla cui determinazione si è giunti tramite la collaborazione tra l'Officina ed i Servizi di Progettatura, è bene precisare che essi valgono logicamente per le particolari esigenze della Grandi Motori e che certamente si potrebbero studiare altre tabelle di regolazione altrettanto valide e variate in funzione delle caratteristiche del macchinario a disposizione, del numero più o meno grande di pezzi formanti il lotto da costruire, della mano d'opera disponibile, ecc.: ogni Officina ha le sue caratteristiche e le sue necessità ed a queste devono adattarsi le tecniche lavorative.



Fig. 8 - Determinazione della distanza massima di prova della sonda dall'asse del cordone.

8) Controllo delle strutture saldate.

Parlando di saldatura all'arco elettrico di strutture per motori Diesel e tenendo presente la notevole importanza che queste saldature rivestono nella struttura stessa, soprattutto per quanto riguarda le saldature principali o di forza, occorre ricordare la necessità di uno stretto controllo dei giunti, controllo che si esplica in vari modi durante le molteplici fasi attraverso cui si passa per arrivare dal progetto alla realizzazione del giunto.

A titolo di citazione ricordiamo:

- a) controllo di approvazione del progetto da parte degli Enti di Classifica;
- b) controllo del materiale base impiegato (lamiere, pezzi fusi o stampati), mediante prove per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche e prove di saldatura;
- c) controllo dei materiali di apporto quali elettrodi, fili e flussi;
- d) approvazione dei procedimenti speciali di saldatura, mediante l'esecuzione di provini per la determinazione dei parametri più confacenti;
- e) approvazione della mano d'opera impiegata, mediante controlli biennali dei saldatori attraverso esami di saldature eseguite in diverse posizioni su provini, e controllo

continuo nel tempo mediante gli esami correnti sui giunti e l'individuazione degli operai che li hanno eseguiti;

f) controllo dei cianfrini e delle puntature;

g) collaudo a vista di tutti i giunti saldati;

h) collaudo approfondito, normalmente dei soli giunti principali, mediante controllo al 100% con il metodo degli ultrasuoni e saltuario con raggi X.

Riteniamo interessante descrivere brevemente il collaudo mediante ultrasuoni delle saldature, dato che questa tecnica, di introduzione relativamente recente nel campo pratico di officina, ha avuto un notevole sviluppo presso la Grandi Motori, ed il suo impiego è stato esteso in molte altre applicazioni sia di Officina che del Laboratorio di Ricerche.

Già da qualche anno vengono impiegati due apparecchi portatili di tipo «Krautkrämer» ed ora anche un apparecchio portatile tipo «Metalloradar», i quali si sono rivelati di prezioso ausilio in Officina per la loro solida costruzione e la discreta facilità di interpretazione degli oscillogrammi.

Il controllo delle saldature principali viene effettuato con sonde ad onde trasversali angolari a 45° - 60° - 70° - 80° , a seconda degli spessori da esaminare, appoggiandole alla lamiera nella zona adiacente al giunto da controllare, con l'intermediario di una gelatina di accoppiamento, ottenuta sciogliendo il 2% di tilosio in una



Fig. 9 - Controllo con ultrasuoni su saldatura longitudinale principale di incastellatura per motore 288 ESS.

soluzione allo 0,5% di nitrato di potassio, indispensabile date le inevitabili ondulazioni superficiali delle lamiere.

L'operazione vera e propria di controllo consiste nel far scorrere la sonda sia perpendicolarmente che parallelamente al giunto, in modo da ispezionare tutto lo spessore della saldatura per tutta la sua lunghezza (figg. 8 e 9).

La distanza massima a_{max} della sonda dal cordone di

saldatura, in funzione dello spessore s della lamiera, è: $a_{max} = 2s \operatorname{tg} \beta$, dove β è l'angolo che il fascio di onde forma con la normale alla superficie di appoggio. Il valore di $2 \operatorname{tg} \beta$ è caratteristico di ogni sonda e viene stampigliato sulle sonde stesse.

Sta nell'abilità e pratica dell'operatore, dato appunto i vari tipi di difetti possibili, valutarne l'entità e selezionare i difetti tollerabili, che influiscono poco sull'efficienza delle saldature, come soffiature o inclusioni di scorie sferoidali isolate, da quelli non tollerabili, che diminuiscono le



Fig. 10 - Oscillogrammi relativi al controllo di saldature con il metodo degli ultrasuoni.

Gli angoli di prova, che, come è noto, sono funzione dello spessore delle lamiere, hanno di regola i valori riportati nella tabellina 5, in cui sono pure indicate le altre caratteristiche delle sonde.

I difetti messi in evidenza con il metodo degli ultrasuoni possono essere di vario tipo, come ad esempio: cricche, mancanza di penetrazione, scollature, scorie, soffiature, porosità, ecc.

SPESSORE LAMIERA mm	ANGOLO DELLA SONDA		DISTANZA DI PROVA "a"	
	β°	$2 \operatorname{tg} \beta$	Minima mm	Massima mm
5 + 15	80°	11,-	27 + 82	55 + 165
15 + 30	70°	5,5	40 + 82	80 + 165
30 + 60	60°	3,5	52 + 105	105 + 210
sopra 60	45°	2,-	60	120

Tabella 5 - Campo di impiego delle sonde angolate, per controllo con ultrasuoni di giunti saldati.

caratteristiche di resistenza della saldatura stessa, come allineamenti di scorie, mancanza continua di penetrazione, cricche, porosità diffuse.

In caso di presenza di difetti si noterà generalmente sull'oscillogramma la presenza di uno o più echi intermedi, più o meno pronunciati a seconda della consistenza del difetto e che si mantengono o spariscono spostando la sonda parallelamente alla saldatura, a seconda della maggiore o minore estensione del difetto (fig. 10).

Le zone difettose individuate e giudicate inaccettabili vengono scalpellate e la saldatura rifatta con un successivo nuovo controllo.

Tutte le strutture di cui parliamo vengono accuratamente ricotte, dopo la saldatura, per eliminare le tensioni residue, con permanenza in forno a $650 \pm 10^\circ \text{C}$ per 2 ore e raffreddamento lento a forno spento fino alla temperatura di circa 250°C .

Dott. Ing. VITTORIO LOSANA.



STORICO FIAT



IL PREMIO A.N.I.A.I. 1959 AL MOTORE FIAT 7512S

Il premio A.N.I.A.I. è stato istituito dall'Associazione Nazionale Ingegneri ed Architetti Italiani nel 1955, con l'intento di «onorare ed additare alla riconoscente attenzione del Paese le opere di Ingegneria che, per la loro concezione tecnica e le loro caratteristiche costruttive, fossero da considerare le migliori realizzazioni» nell'uno o nell'altro settore dell'Ingegneria, dell'Architettura e dell'Urbanistica. In base alle norme statutarie e alle decisioni della Commissione giudicante, le opere da premiare per l'anno 1959 dovevano essere due, scelte rispettivamente fra quelle di Ingegneria Meccanica ed Impianti Industriali, realizzate in Italia nel settennio 1952-1958.

Il vasto campo dell'Ingegneria Meccanica, che comprende tutta la vastissima gamma dei prodotti che vanno dalla cosiddetta industria «pesante» alla meccanica di precisione, dai grandi motori alle macchine utensili, ha presentato alla Commissione moltissime opere degne di considerazione, tanto più numerose in quanto, proprio nel settennio 1952-1958, la nostra Industria, superata la fase di assestamento e ammodernamento del dopoguerra, ha iniziato quella feconda e rigogliosa espansione che ha consentito l'inserimento dell'Italia fra le grandi Nazioni Industriali del Mondo.

Moltissime le opere degne di considerazione, molte quelle che avrebbero meritato di essere additate all'ammirazione del Paese. Esami comparativi, sempre più approfonditi, condotti sulla base di ampie documentazioni, hanno portato la Commissione, dapprima, a restringere il giudizio definitivo a tre opere — il motore 7512 S della FIAT Grandi Motori, il tornio Profilomatic PA 2 S della Maxnovo di Novara, la macchina calcolatrice Tetractys della Olivetti di Iorea — e infine, dopo lunga ed esauriente discussione sulle caratteristiche tecniche ed i pregi di ciascuna opera, ad attribuire il Premio A.N.I.A.I. 1959 al motore FIAT 7512 S «quale migliore realizzazione di Ingegneria Meccanica compiuta in Italia nel settennio 1952-1958».



Il Ministro per l'Industria e Commercio On.le Emilio Colombo consegna al Prof. Valletta, Presidente e Amministratore Delegato della FIAT, la medaglia del premio A.N.I.A.I.

Per gli Impianti Industriali il premio è stato assegnato alla Olivetti per la costruzione degli stabilimenti Nuova Ico di Iurea e Pozzuoli, in quanto la loro realizzazione conferma i moderni criteri di impostazione di una industria, tendenti all'adattamento dell'ambiente di lavoro alla personalità umana del lavoratore, sia dal punto di vista architettonico che dell'efficienza delle attrezzature.

Le opere premiate sono state illustrate dall' A.N.I.A.I. in una pregevole pubblicazione, dalla quale riteniamo interessante riprodurre a pagina 119 le considerazioni che hanno portato alla assegnazione del premio alla FIAT.

Il conferimento del premio A.N.I.A.I. è avvenuto, nel corso di due distinte cerimonie, il 14 dicembre 1960.

Nella cornice di Palazzo Madama, alla presenza delle massime Autorità di Torino e dei rappresentanti del Governo Italiano e del Parlamento, il Ministro dell'Industria, On.le Colombo, ha solennemente consegnato al Prof. Valletta, Presidente e Amministratore Delegato della FIAT, all'Ing. Fogagnolo, Direttore della Divisione Mare, ed all'Ing. De Pieri, Direttore Principale dello Stabilimento Grandi Motori, le medaglie d'oro simbolo del premio conferito alla FIAT; al Cavaliere del lavoro Giuseppe Pero, Presidente della Olivetti, e ad alcuni suoi collaboratori le medaglie per la Olivetti.

Visione della Sala Prove Grandi Motori gremita di congressisti e maestranze in occasione del conferimento alla FIAT del premio A.N.I.A.I. per il motore 7512 S





Non occorre certo ricordare l'importanza decisiva che - nella evoluzione della civiltà umana - ha avuta l'invenzione di macchine capaci di trasformare il calore in energia meccanica, utilizzata poi direttamente come tale o ulteriormente trasformata in altre forme di energia (elettrica, ecc.). Dal giorno in cui cominciarono a girare le prime pesanti, goffe motrici termiche sono passati circa due secoli, durante i quali vari tipi di macchine sono stati ideati e perfezionati: spesso in concorrenza l'uno con l'altro, ma ciascuno con caratteristiche peculiari, che li hanno resi particolarmente pregevoli in determinati campi di applicazione.

Oggi - ad oltre un secolo dal primo esemplare regolarmente funzionante, brevettato e realizzato nel 1853-1854 dagli italiani Barsanti e Matteucci - il motore termico più diffuso, almeno dal punto di vista numerico, è certamente il motore a combustione interna alternativo. Ma, nella sua rapida evoluzione, una delle forme di realizzazione più pratica e mirabile fu certo quella del motore a accensione per compressione, detto anche brevemente « motore diesel » per onorare il suo geniale inventore (1893 circa): Rudolf Diesel.

Il motore diesel dimostrò presto di essere il più idoneo, fra le motrici termiche, a raggiungere rendimenti particolarmente elevati, pur con grande tranquillità di esercizio. Si riuscì pure, con l'andare degli anni, ad ottenere con questo motore - specie se a due tempi - potenze unitarie molto elevate e tali da soddisfare nel modo migliore le necessità della propulsione navale, almeno entro certi limiti di potenza, al di là dei quali, tuttavia, malgrado il maggior rendimento ed altri indubbi vantaggi, esso doveva ancora cedere il posto agli apparati motori a vapore.

Ma da qualche decennio, ogni sforzo veniva fatto dai costruttori di tutto il mondo per aggiungere alla caratteristica degli ottimi rendimenti, quella di poter alimentare i diesel con le identiche nafte usate per le caldaie a vapore e quella di ottenere sempre maggiori potenze unitarie e sempre più alte potenze specifiche (per kg. cioè, di apparato motore e per litro di cilindrata). Per ottenere questi ultimi due scopi, a parità di numero di giri al minuto, il metodo più efficace era stato, ed è, per i motori a quattro tempi la *sovralimentazione*. Per alcune difficoltà pregiudiziali, solo da pochi anni si è riusciti ad applicare questo stesso sistema, nella forma più razionale, anche ai motori diesel due tempi. La sovralimentazione, l'aumento delle dimensioni dei cilindri e l'uso corrente degli oli residui della distillazione (nafte da caldaia) hanno permesso di spostare notevolmente i limiti entro i quali i motori diesel possono competere vittoriosamente nel campo della grande propulsione navale.

Tutte e tre queste strade, a prezzo di un lavoro lungo, tenace e coraggioso, attraverso soluzioni originali e brillanti, sono state battute con i risultati più lusinghieri dalla FIAT - GRANDI MOTORI di Torino. Questa grande Casa, che fa onore alla tecnica italiana, iniziò questa battaglia intorno al 1952 e la portò a termine nel 1958 con la entrata in servizio regolare del motore 7512 S e con la progettazione e costruzione del motore 900 S (di identico disegno, ma più grande del precedente). Il prototipo del 900 S fu poi provato e messo a punto nel 1959 e dette alle prove fino a 2200 kW per cilindro (cioè circa 3000 cv/cil), potenza che costituisce ancora un primato mondiale. Il motore 7512 S, a due tempi, sovralimentato, a 12 cilindri, con 750 mm di alesaggio e 1320 mm di corsa dette a 127 giri/min la potenza di oltre 13.200 kW (circa 18.000 cv), valore che non era stato mai raggiunto, in Italia e nel mondo, con motori a semplice effetto.

Particolarmente significativa è stata la cerimonia che si è svolta nel pomeriggio dello stesso giorno nella Sala Proce dello Stabilimento Grandi Motori, dove, alla presenza delle Autorità e di numerose personalità della scienza e della tecnica e con la partecipazione degli operai e dei tecnici della Grandi Motori è avvenuta, sul luogo di realizzazione dell'opera premiata, la consegna alla FIAT di una lapide in bronzo, a significare che il premio era diretto indistintamente a quanti, dirigenti, impiegati e operai, con l'apporto del loro lavoro, hanno contribuito alla realizzazione del motore premiato.

Quale ulteriore riconoscimento che la premiazione era diretta a tutti coloro che hanno collaborato a questa realizzazione, la Direzione della FIAT ha voluto offrire a tutti gli Anziani della Grandi Motori una riproduzione in argento della medaglia del premio AN.I.A.I.

La cerimonia svoltasi in Sala Proce ha offerto anche l'occasione per presentare ai numerosi rappresentanti italiani ed esteri dell'Armamento intervenuti, il primo motore 909 S che alcuni giorni avanti aveva eseguito le prove al banco realizzando la potenza di 26100 Cv.

La targa in bronzo del premio AN.I.A.I. è stata in seguito murata nell'atrio di ingresso della Direzione dello Stabilimento, immediatamente al disopra del busto dedicato all'Ing. Chiesa animatore e potenziatore della FIAT Grandi Motori e la cui opera ed il cui insegnamento possono, per molta parte, considerarsi come il punto di partenza delle nostre attuali realizzazioni.



In copertina: Il reparto montaggio e prova
motori di grande potenza della FIAT
Grandi Motori. A sinistra il motore 900 S



CENTRO STORICO FIAT

Pubblicazione trimestrale - Direttore Responsabile: Dott. Ing. LUCIANO TRABUCCO

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

Spedizione in abbonamento postale - Gruppo IV

