

# BOLLETTINO TECNICO

## FIAT STABILIMENTO GRANDI MOTORI

TORINO (ITALIA)

VIA CUNEO 20

N. 3

Anno 1950

### LE QUATTRO MOTONAVI DA 2000 Tonn. PER IL SERVIZIO COSTIERO DA BERGEN A KIRKENES

#### 1) Qualche parola di introduzione

La lunghissima costa occidentale della Norvegia, frastagliata da innumerevoli fiordi e cinta da una miriade di isole e di scogliere è uno scenario insolito ai nostri occhi mediterranei.

Un mare plumbeo si infrange quasi di continuo

su rocce scure e precipiti, spoglie di vegetazione, nel grigiore di un cielo smorto e caliginoso.

Ogni tanto, in qualche piccola insenatura, un breve approdo con le sue barebe alla fonda e con poche casette di legno, rossastre e malinconiche sulla riva sassosa.

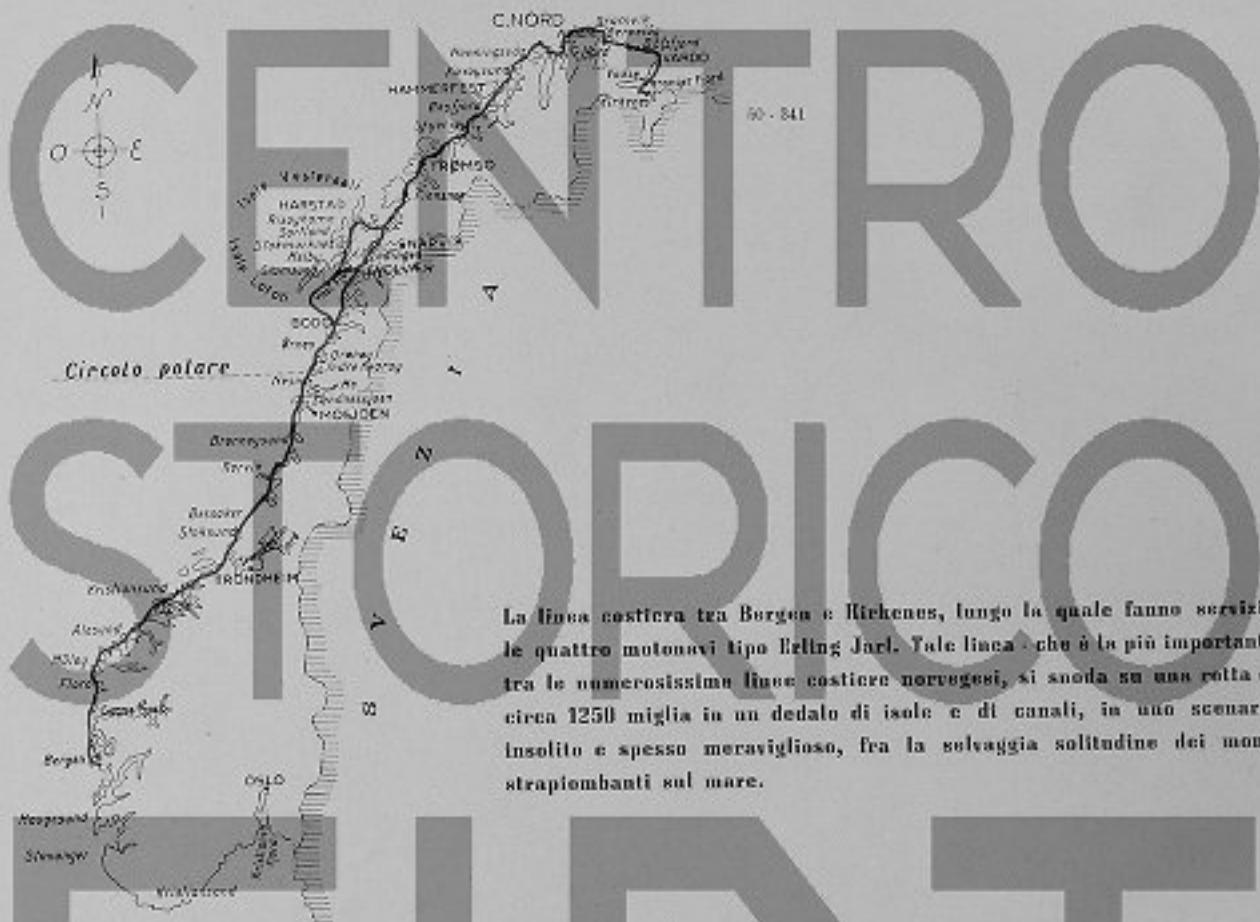
Rari e a grandissima distanza i nuclei abitati,

Un mare plumbeo si infrange quasi di continuo su rocce scure e precipiti...

60 - 214

Nessuna traccia di ferrovie di strade e di sentieri: la natura è per lunghi tratti selvaggia e solitaria, animata solo dal volo di infiniti uccelli, dal soffio querulo del vento, dal bianco svanire delle spume sulle scogliere.

Su questa linea longitudinale, che corrisponde come servizio ad una delle nostre arterie ferroviarie si articolano altre linee locali di minore importanza, che servono in generale un fiordo, o un gruppo di fiumi e di isole.



In questa interminabile distesa di rupi — la costa tra Stavanger e Kirkenes è lunga, a volo d'uccello, oltre 2000 km — il mare è l'unica sorgente di vita: vi porta, con la corrente del golfo, un clima mite e una favolosa quantità di pesci e permette facili comunicazioni, altrimenti impossibili data la particolare morfologia della regione.

Solo i quattro centri principali di Stavanger, Bergen, Trondheim e Narvik sono uniti via terra con il resto dello Scandinavia, mentre tutte le altre comunicazioni si svolgono per mare, compresa la linea parallela alla costa che collega fra loro le predette località e giunge sino a Kirkenes, al confine artico della Norvegia.

La linea costiera tra Bergen e Kirkenes, lungo la quale fanno servizio le quattro motonavi tipo *Helsing Jarl*. Tale linea — che è la più importante tra le numerosissime linee costiere norvegesi, si snoda su una rotta di circa 1250 miglia in un dedalo di isole e di canali, in uno scenario insolito e spesso meraviglioso, fra la selvaggia solitudine dei monti strapiombanti sul mare.

Su di essa si innestano a loro volta le innumerevoli barche a motore dei privati che raggiungono i più remoti approdi della costa e tengono le veci dei nostri autoveicoli.

La linea tra Bergen e Kirkenes, che si snoda su una rotta di 1250 miglia, è la più importante fra le linee costiere della Norvegia.

Essa è esercita in comune dalle quattro Società aventi sede nelle quattro principali città della costa (*Stavangerske Dampskibsselskab* di Stavanger, *Bergenske Dampskibsselskab* di Bergen,

Nordenfjeldske Dampskibsselskab di Trondheim,  
Vesteraalens Dampskibsselskab di Stokmarknes).

Il servizio, giornaliero nei due sensi anche nei mesi invernali, diviene più attivo e veloce nei mesi estivi, anche in relazione al notevole afflusso di turisti, ed è assicurato nei periodi di punta da una quarantina di navi, tra le 1000 - 2000 T. in parte a vapore, in parte a motore.

Il suo nordico itinerario si è certamente arricchito di una nuova, interessantissima esperienza marinara che si potrebbe chiamare navigazione fra le montagne.

La maggior parte dell'itinerario è al riparo dal mare aperto, entro canali, fra le isole, o nei fiordi. In questi tratti il mare è abbastanza tranquillo, ma le rotte sono estremamente tortuose, con pas-



Ogni tanto, in qualche piccola insenatura, un breve approdo...

50 - 217

Questa flotta si è arricchita nel 1949 e nel 1950 di quattro motonavi gemelle da 2000 T. costruite in Italia dai cantieri Navali Riuniti — Cantiere di Ancona — navi che rappresentano le unità più moderne, confortevoli e veloci ora in linea. Ciascuna delle quattro Società Armatici ne possiede una che differisce dalle altre — tutto il mondo è paese — in qualche dettaglio nell'allestimento dei locali maggiori. Per tutto il resto le quattro navi sono esattamente uguali.

Chi fra noi ha avuto occasione di compiere anche un breve viaggio su una di queste navi lungo il

suo nordico itinerario si è certamente arricchito di una nuova, interessantissima esperienza marinara che si potrebbe chiamare navigazione fra le montagne. La maggior parte dell'itinerario è al riparo dal mare aperto, entro canali, fra le isole, o nei fiordi. In questi tratti il mare è abbastanza tranquillo, ma le rotte sono estremamente tortuose, con pas-

In certe stagioni questi porti sono per giunta letteralmente stipati di piccole imbarcazioni da



La natura è pur lungi tratti selvaggia e solitaria, animata solo dal volo di infiniti uccelli.

pesca, che ne limitano ancora di più il poco spazio disponibile. Per giunta tanto nei porti quanto nei passaggi più difficili soffiano non di rado venti assai tesi che aggravano la manovra, specie di navi come queste fornite di sovrastrutture relativamente estese.

Nei tratti di navigazione in mare aperto, a piccola distanza dalla costa, sono frequenti, salvo nei mesi estivi, forti mareggiate con onde dell'altezza di parecchi metri: nella stessa giornata si passa perciò più volte e quasi improvvisamente dalla placida navigazione nei canali a periodi di qualche ora con mare atlanticamente agitato.

Molto spesso, anche d'estate, una pesante coltre di nebbia sommerge la zona costiera e crea un ulteriore ostacolo alla navigazione, superabile soltanto attraverso la straordinaria perizia dei piloti. Infatti su queste navi, oltre al normale stato maggiore, sono imbarcati dei piloti governativi, i quali ottengono l'abilitazione solo dopo 10-15 anni di servizio sempre sulla stessa rotta e sono perciò in grado di percorrerla alla cieca.

Essi hanno la responsabilità della navigazione non appena fuori dagli approdi ed è meraviglioso osservare l'intuito e la calma con cui governano la nave, che mantengono puntigliosamente a velocità normale, qualunque sia il tempo ed il mare, e qualunque siano le difficoltà dei passaggi. Per noi, non iniziati a questa navigazione fra le montagne, certe rotte a perpendicolo contro un dirupo, correte all'ultimo istante da un sapiente colpo di timone che guida la nave in un passaggio fino a

quel momento nascosto, o certi tratti eseguiti tra il ribollire dell'acqua che, a destra e a sinistra dello scafo, si infrange su scogliere appena affioranti, ci trasportano in un mondo quasi irreale e ci fanno trattenere spesso il respiro e qualche volta chiudere gli occhi e afferrare alla ringhiera nell'attesa di uno schianto.

Abbiamo voluto indulgere un poco a descrivere l'ambiente nel quale si svolge questa particolare navigazione per giustificare certi requisiti che sono indispensabili alle navi ad esse destinate e precisamente:

a) *Requisiti di carena.* — La lunghezza, la larghezza e l'immersione non possono superare certi determinati limiti perché ciò renderebbe materialmente impossibile il passaggio entro strettoie e bassifondi obbligati e la manovra entro determinati porti.

b) *Requisiti dell'apparato motore.* — Si richiede un apparato motore di potenza tale da mantenere una velocità media sulla linea di 15-15,5 miglia/ora, possibilmente con un buon margine di potenza. Infatti qualunque ritardo negli orari è particolarmente criticato dal pubblico e quindi occorre molto spesso ricuperare durante le brevi navigazioni l'inevitabile ritardo alla partenza che si produce nei porti dove il carico del pesce, che è l'unica merce di massa trasportata, supera il quantitativo normalmente previsto.

Non sono ammesse fermate o soste per i lavori di manutenzione se non a lunghi intervalli, in



Dificile manovrare in porti come questo letteralmente stipati di piccole imbarcazioni da pesca.

pratica una volta ogni 8 - 9 mesi perché le esigenze di orario sono tiranniche e solo ogni 10 o 15 giorni (a seconda della stagione) vi è una sosta di un giorno nel porto capolinea di Bergen.

c) *Requisiti di manovrabilità.* — Una grande snellezza nelle evoluzioni ed una non minore prontezza e potenza nelle manovre di avviamento, di arresto e di inversione di marcia, è assolutamente indispensabile. Queste navi sono perciò fornite di una timoneria adeguata e di elica a passo variabile e reversibile, la quale non solo consente di ridurre sensibilmente il tempo di arresto, ma soprattutto consente di eseguire le manovre direttamente dal ponte di comando.

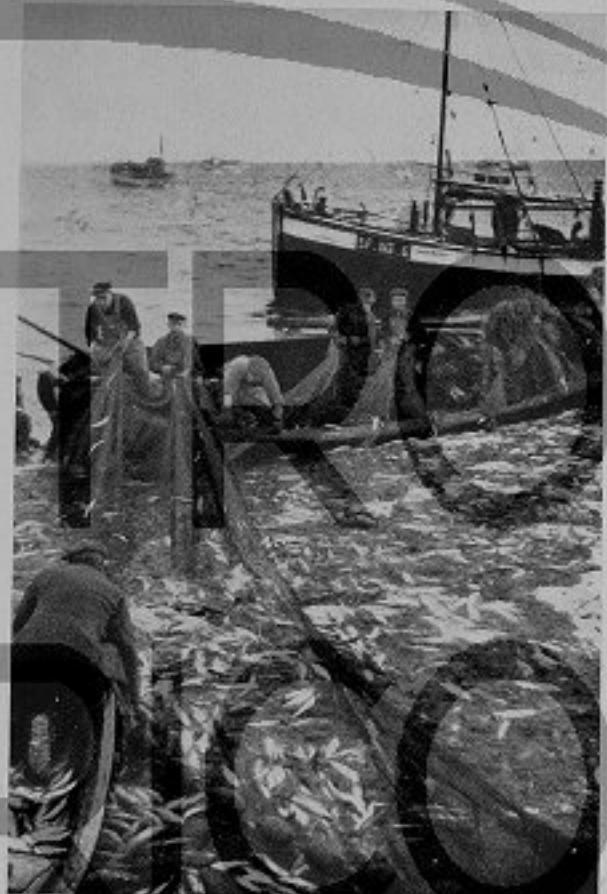
L'impiego di tale elica deve essere integrato, per evidenti motivi di sicurezza, da un motore direttamente reversibile e con qualità manovrire altrettanto brillanti di quelle ottenibili con l'elica a pale reversibili.

d) *Speciali requisiti nell'allestimento,* in quanto il numero dei passeggeri da trasportare in confronto allo spazio disponibile è relativamente grande ed il loro tenore di vita elevato. Tutti i passeggeri sono sistemati in cabine da 1 a 4 letti, piccole ma fornite di tutte le comodità e ampi locali di soggiorno sono a loro disposizione.

Siccome poi durante l'estate queste navi sono frequentate anche da una esigente clientela di turisti americani e inglesi, tutte le cabine ed i servizi di 1<sup>a</sup> classe devono essere sufficientemente signorili.

Le quattro navi, progettate in Italia con l'assistenza dei tecnici delle quattro Compagnie interessate, hanno ricevuto quell'impronta di grazia e snellezza nelle linee e quell'armonia e buon gusto nell'arredamento che universalmente viene riconosciuta ai Costruttori italiani. Simile stile, insolito su queste linee costiere, ha contribuito al successo delle nostre quattro navi, giudicate localmente, da un popolo che vive sul mare e che ha quindi una grande competenza su tutto ciò che al mare si riferisce, bellissime, comode e veloci.

Naturalmente l'apparato motore, tutto costruito in Italia, è stato oggetto di non minore interesse e anche di una certa curiosità, perché il nostro macchinario era lassù praticamente sconosciuto. Oggi, a un anno di distanza dalla consegna della prima nave, ci sembra che il risultato sia stato superiore alle nostre stesse aspettative e questa nostra affermazione tecnica proprio in un servizio



... favolose quantità di pesci...

50-216

particolarmente gravoso e soggetto alla critica del grosso pubblico è il miglior auspicio per ulteriori future possibilità della nostra industria nel campo armatoriale norvegese.

## 2) Caratteristiche generali della nave e del suo apparato motore.

Queste navi sono sostanzialmente navi da passeggeri a 4 ponti e ad un'elica, atte al servizio anche in acque moderatamente ghiacciate. Le loro dimensioni sono:

— Lunghezza massima . . . . .	80,90 m
— Lunghezza fra le perpendicolari . . . . .	74,67 m
— Larghezza massima . . . . .	12,19 m
— Altezza del ponte di coperta . . . . .	7,16 m
— Immersione media . . . . .	4,49 m

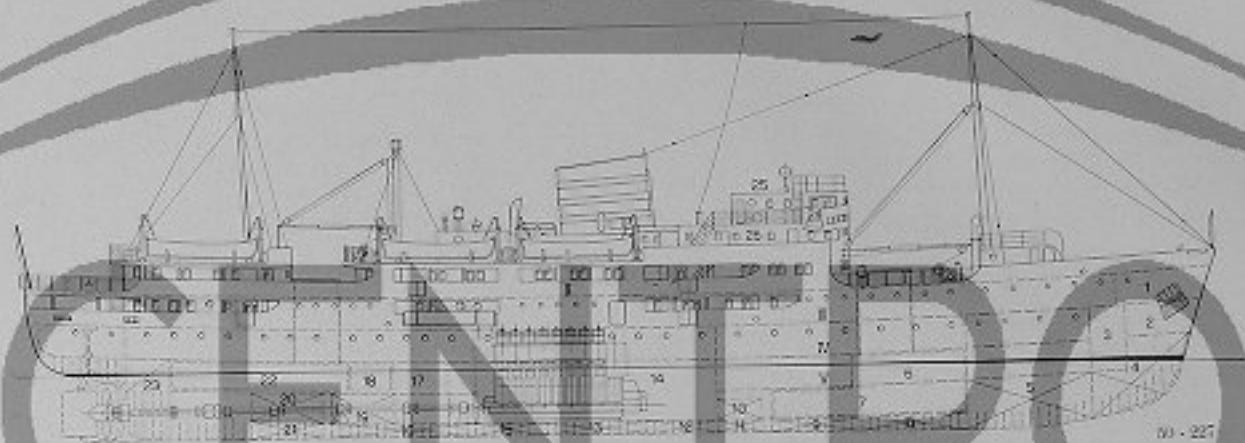


Fig. 1 - Una delle M/nun da 2000 T. in vista e sezione longitudinale.

- I - Ponte barche.  
II - Ponte passeggiata Isolco da prua 1<sup>a</sup> classe  
al centro), salone di soggiorno 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe  
a prua e a poppa.  
III - Ponte principale (uffici e ingresso a prua,  
granaio e soggiorno 3<sup>a</sup> classe a poppa.  
IV - Ponte A (cabine di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classe).  
V - Ponte B (cabine di 1<sup>a</sup> classe).

1 - Laboratorio carpentiere	8 - Deposito acqua sottos.	15 - Deposito acqua per muniz.	22 - Stiva N. 2
2 - Magazzino	9 - Deposito nafta	16 - Deposito nafta	23 - Granaio di riserva
3 - Pozzo centrale	10 - Deposito nafna	17 - Cambio	24 - Timoneria
4 - Gabinetto di prua	11 - Deposito nafta	18 - Stiva p. Blechi	25 - Salo' nautico
5 - Deposito acqua dolce	12 - Deposito nafta	19 - Deposito nafta	26 - Alleggio ufficiali
6 - Interno di carico	13 - Deposito acqua sottos.	20 - Deposito acqua dolce	
7 - Stiva N. 1	14 - Locali appartenenti nafta	21 - Deposito acqua sottos.	

— Stazza lorda . . . . .	2.100 T.
— Stazza netta . . . . .	1.086 T.
— Dislocamento . . . . .	2.300 T.
— Potenza asse normale . . . . .	2.500 HP eff.
— Velocità di servizio . . . . .	15,5 - 16 nodi

Le navi (fig. 1) possono ospitare 68 passeggeri di prima classe e 112 passeggeri di seconda classe in cabine di uno, due, tre e quattro letti, oltre a 20 passeggeri occasionali sistemati nottetempo nei saloni di soggiorno. Al carico sono riservate tre stive, di cui due refrigerate ed isolate per il trasporto del pesce.

Tutti i servizi, comprese le cucine, sono elettrici; ventilazione e riscaldamento sono ottenuti mediante un impianto centrale di termoconvettori a vapore.

Particolamente completi e moderni sono i dispositivi e gli strumenti di governo: timoneria elettroidraulica con comando pneumatico di riserva, girobussola, radar, ecometro scrivente, radiogoniometro e — come già accennato — comando dal ponte dell'elica a passo variabile e reversibile.

La potenza propulsiva di 2500 HP a 150 giri/l'

è fornita da un motore Fiat a due tempi, semplice effetto, iniezione diretta, con 8 cilindri di 520 mm di diametro e 960 mm di corsa, con pompa di lavaggio a stantuffo direttamente comandata. È quindi un motore derivato, con minori varianti costruttive, da quello della motonave danese « Verna Clausen » entrata in servizio al principio del 1948. Da allora il nostro Stabilimento ha costruito 23 motori marini di questo tipo e cioè: i quattro a 7 cilindri per la marina mercantile jugoslava, i sei a 6 cilindri per la marina militare argentina, i due a 6 cilindri per l'Armatore norvegese A. Wilhelmsen, i due rispettivamente a 6 ed 8 cilindri, per le motonavi « General Gassouin » ed « Esterel » in ripristino per conto della marina francese, e i quattro ad 8 cilindri attualmente in costruzione per le due navi tipo « Enotria » della Società Adriatica di Navigazione.

Ci limitiamo quindi a riprodurre il locale di macchina (fig. 2), le sezioni principali del motore (fig. 3) e qualche fotografia che mette in evidenza talune delle caratteristiche già altre volte descritte. In particolare si nota, nella

# CENTRO STORICO



Si naviga spesso a ridosso di costoni strapiombanti sul mare...

50 - 919

figura 4 l'aspetto gradevole e sgombro assunto anche dal fianco anteriore del motore, lungo il quale per solito corre l'albero di distribuzione comandato da un treno di grosse ruote dentate e

zione e i dispositivi di manovra vengono così ad essere raggruppati alla estremità prodiera del motore, con vantaggio oltreché nella semplicità costruttiva e nell'estetica, anche nell'accessibilità alle



Fig. 2 - Il locale di macchina.

trovano posto le pompe di iniezione ed i dispositivi di manovra e regolazione.

In questo come nella maggioranza dei nostri motori di medio e grande diametro di recente disegno la distribuzione è invece comandata direttamente dall'albero a manovelle; le pompe di inie-

zione interne del manovellismo comodamente raggiungibili da entrambi i lati attraverso ampie porte di visita. Nella fotografia si notano ancora la pompa ed il circuito idraulico per il comando delle pompe di lubrificazione delle camicie, secondo il sistema illustrato nel n. 4-1948 di questo Bollettino.

Nella fig. 5 il motore è colto in uno stadio intermedio del montaggio. Si scorgono i tiranti d'acciaio destinati a scaricare l'incastellatura di ghisa dagli sforzi di tensione dovuti alle pressioni

già su altri Bollettini ne abbiamo illustrato la essenziale utilità che si riflette sia sul consumo e sulla buona conservazione dell'olio lubrificazione generale e raffreddamento in circolazione nel mo-

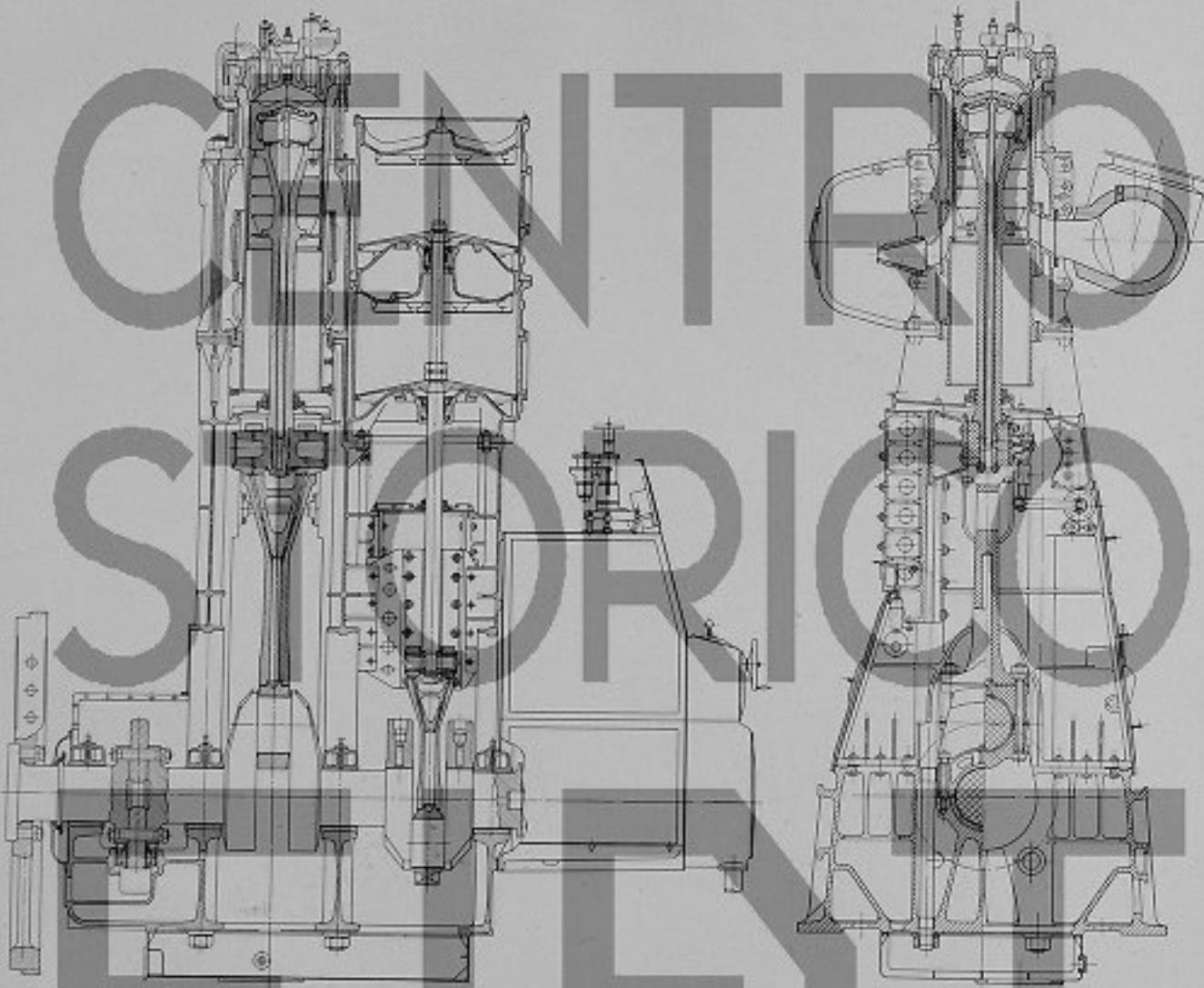


Fig. 3 - Sezioni longitudinale e trasversale del motore.

del ciclo e la struttura a doppia parete dei montanti, per il passaggio e il facile smontaggio dei tiranti stessi. Nella parte alta dei primi montanti è chiaramente visibile il piano su cui sarà fissata la parete di separazione tra il fondo di ciascun cilindro e la sottostante camera a manovelle, parete che verrà attraversata dall'asta stantuffo mediante apposito pressatrecce. Questa disposizione, è caratteristica dei nostri motori con testa a croce e

tore, sia sulla perfetta accessibilità della parte bassa della camicia e dello stantuffo.

### 3) L'elica a passo variabile e i suoi dispositivi di manovra e di regolazione.

Il vantaggio essenziale dell'elica a passo variabile e reversibile in navigazione è — come già accennato — la impareggiabile prontezza ed energia

delle manovre, effettuabili per giunta direttamente dal ponte di comando e non implicanti mai l'arresto del motore.

A questa qualità fondamentale se ne aggiungono altre minori, quali la possibilità di ottenere una utilizzazione del motore tale da sfruttare consumi specifici bassi anche alle andature ridotte, di rendere minimo il consumo di aria compressa per gli

piono lunghe navigazioni e poche manovre, sta prendendo invece un notevole sviluppo — specie nei paesi scandinavi — sulle navi adibite a servizi che richiedono manovre frequenti (navi costiere, rimorchiatori, ferry-boats).

In tali casi — e cioè per potenze relativamente moderate — il sistema ha oggi raggiunto a nostro parere un grado di perfezionamento tale



Fig. 4 - Il motore  
sul banco di prova.

NO. 337

avviamenti, di poter modificare, entro certi limiti, la velocità normale di funzionamento del motore e così via.

A tutti questi pregi, grandi e piccoli, fanno riscontro una maggior complicazione dell'impianto, che ne aumenta il costo, i rischi di esercizio e le spese di manutenzione e la sgradevole necessità di dover immettere la nave in bacino tutte le volte che si debba lavorare attorno all'elica o al suo dispositivo interno di comando.

Questo bilancio fa sì che l'elica a passo variabile mentre non ha avuto finora, e forse non avrà mai, molto successo sulle navi comuni che com-

da meritare fiducia in tutti quei casi ove occorra eccezionale prontezza delle manovre e possibilità di effettuarle dal ponte di comando.

L'applicazione dell'elica a passo variabile e reversibile con comando a distanza dal ponte richiede, come è facile immaginare, dei dispositivi di regolazione ad hoc che agiscano anche sul motore, giacché velocità e potenza devono, automaticamente e sincronicamente, modificarsi in relazione al passo.

Data la scarsa letteratura in argomento riteniamo possa interessare la descrizione, seppur sommaria, dei dispositivi in uso su queste navi.

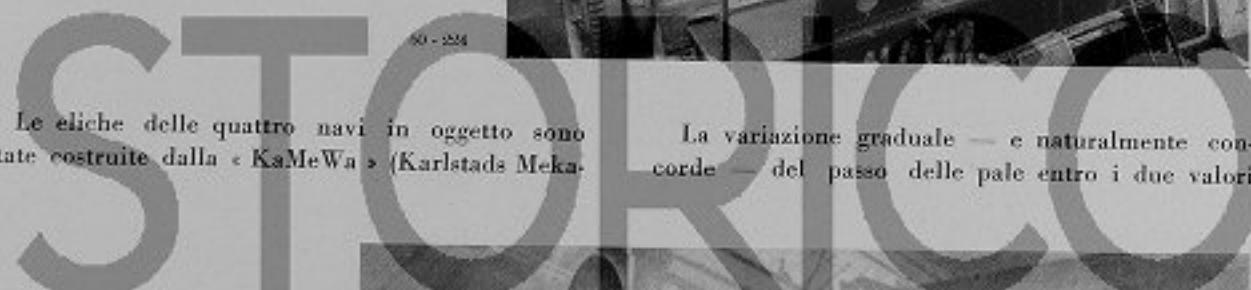
Il lettore tenga nota che il sistema che stiamo

per illustrare non è l'unico, perché anche altri costruttori di buona rinomanza producono eliche reversibili e relativi meccanismi di comando.

fotografia dell'elica al banco di montaggio in officina e la fig. 7 riporta lo schema dell'installazione a bordo, comandi compresi.



Fig. 5 - Una stadio intermedio del montaggio del motore.



Le eliche delle quattro navi in oggetto sono state costruite dalla « KaMeWa » (Karlstads Mekaniska Werkstad) di Karlstad - Svezia.

La variazione graduale — e naturalmente concorde — del passo delle pale entro i due valori

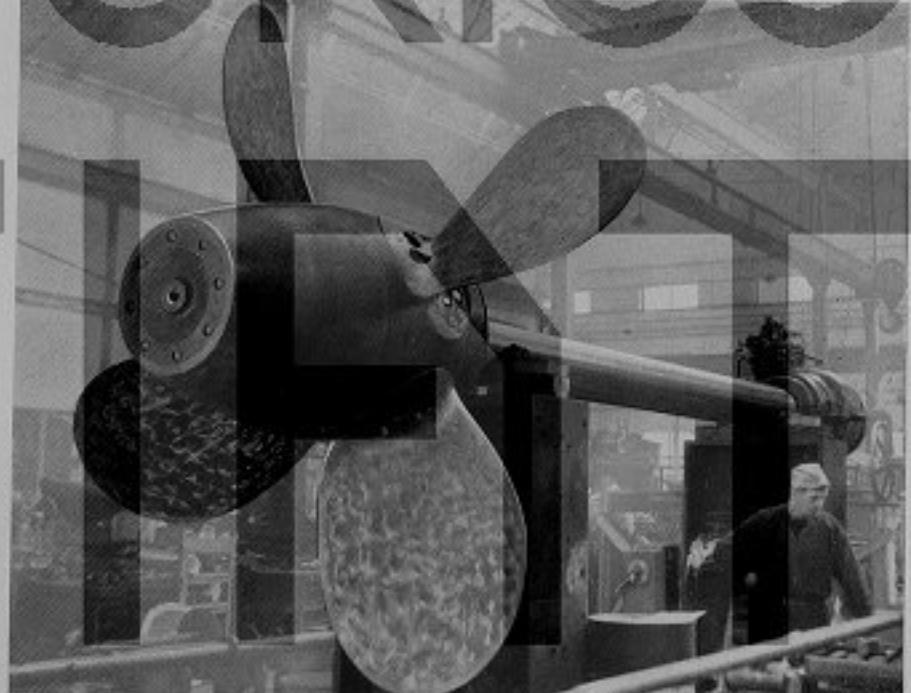


Fig. 6 - Una vista dell'elica a passo variabile. Si noti sull'asse una parte dei meccanismi per il comando idraulico per la variazione del passo.

50 - 223

niska Werkstad di Karlstad - Svezia) e ad esse si riferisce la descrizione seguente. La fig. 6 è una

massimi destrorso e sinistrorso è ottenuta da un dispositivo di comando idraulico D (ad olio) con-

tenuto nel mozzo dell'elica ed alimentato da una apposita pompa P. Questo dispositivo primario (e di forza) è servocomandato a distanza da tre posti di manovra, due ai due lati del ponte di comando ed il terzo (di emergenza) nel locale macchina, presso il posto di manovra del motore principale.

Questa azione di comando a distanza, realizzata

da sfruttare all'inverso i valori minimi dei consumi specifici.

La fig. 8 dà una chiara idea della disposizione dei posti di manovra a distanza. La leva superiore A ha una posizione — circa verticale in alto — corrispondente all'elica con passo nullo, motore alla velocità minima (nel caso nostro circa 60 giri/1'), nave ferma.

Volendo per es. far muovere la nave in avanti, occorre ruotare la leva nel senso orario fino a quella gradazione della leva che corrisponde alla velocità desiderata. Una equivalente rotazione della leva, ma in senso opposto, serve per la marcia indietro; apposito ripetitore segnala a chi manovra la posizione assunta dal passo dell'elica.

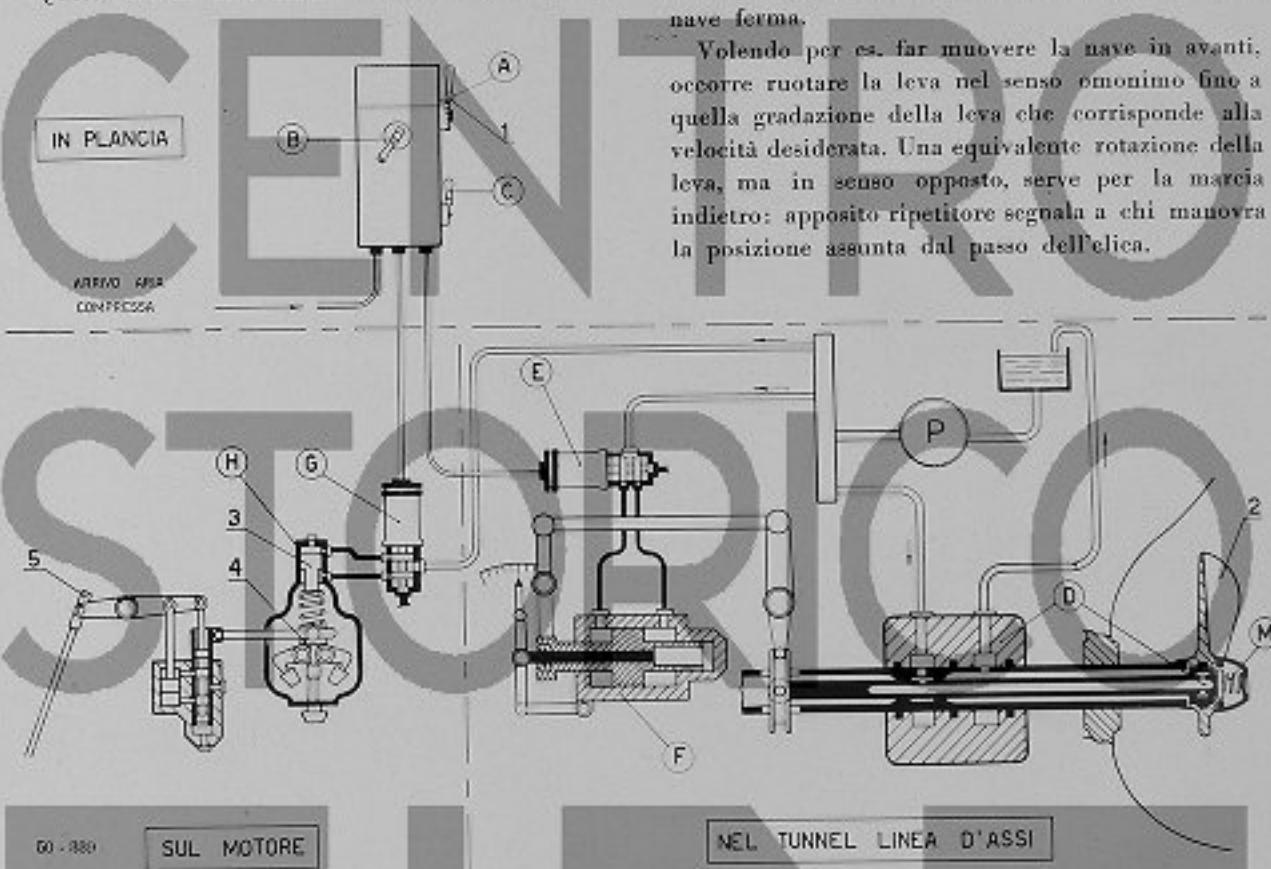


Fig. 7 - Schema dei dispositivi per la variazione del passo dell'elica e per la contemporanea regolazione della velocità del motore.

Le lettere sono richiamate nel testo; i numeri indicano le diverse posizioni dei riferimenti delle curve riportate nel disegno di fig. 9.

pneumaticamente, agisce su due ricevitori E e G, l'uno che asservisce il dispositivo idraulico D di variazione del passo dell'elica e l'altro H che, modificando il carico delle molle del regolatore del motore, varia la velocità del motore stesso.

L'azione dei due ricevitori dovrebbe essere sincrona nel senso di far corrispondere secondo una certa legge la velocità del motore al passo dell'elica e questo allo scopo primo di portare il motore al minimo quando il passo è zero, secondo di rendere più graduali le variazioni di velocità durante le manovre, terzo di utilizzare il motore anche alle basse andature a pressioni medie tali

La legge di interdipendenza tra passo e velocità normale del motore a cui si è fatto cenno più sopra può essere entro certi limiti modificata mediante una leva «combinatrice» (B), posta sul davanti del piastrino di comando. Le variazioni di passo così ottenibili a parità di velocità sono indicate in fig. 9. Esse permettono di usufruire del regime di navigazione più adatto o più economico in rapporto p. es. a forti variazioni del carico, dello stato del mare, del vento, della crena, ecc.

La leva C in basso serve solo per rendere indipendente o no il comando del regolatore dalla

variazione del passo dell'elica: nel caso di non dipendenza (leva nella posizione « neutrale ») il motore seguirà a girare a velocità normale (nel caso nostro a circa 150 giri/l') qualunque sia il passo dell'elica e si comporta perciò né più né meno di un motore industriale fornito di regolatore a velocità costante.

La fig. 10 indica nei dettagli come sia fatto il regolatore del motore e i suoi comandi in arrivo ed in uscita.

Questo regolatore, che deve funzionare a velocità variabile da un minimo di 50 : 60 giri/l' a un massimo di 150 : 160 giri/l', e deve reagire anche a brusche variazioni di carico, senza dare luogo mai né a punte istantanee troppo elevate, né a pendolamenti, è simile a quello dei nostri motori industriali, salvo nel meccanismo (H) di variazione del carico delle molle — asservito al comando dell'elica — e nella trasmissione (I) del moto agli organi di regolazione delle pompe del combustibile che è del tipo a comando idraulico.

La discreta complicazione dei comandi idraulici e pneumatici e dei relativi automatismi può lasciare perplessi circa la sicurezza di funzionamento a cui tutto l'insieme deve far fronte, pena il rischio di gravi accidenti. In realtà questo rischio c'è, ma noi stessi abbiamo constatato che è assai minore di quel che avevamo supposto, sia perché i vari meccanismi sembrano ben concegnati e funzionano bene, sia perché il loro impiego, essendo su queste navi quasi continuo, mette subito in evidenza le eventuali imperfezioni, prima che esse si aggravino.

Ad ogni modo, qualora per un motivo qualsiasi i dispositivi di comando dell'elica andassero fuori servizio, basta fermare il comando idraulico dell'elica ed essa, per effetto di una molla interna, si dispone automaticamente con le pale in posizione di passo normale in marcia avanti (prendendo così le veci di un'elica a pale fisse), per cui è possibile manovrare nel modo usuale col solo motore.

#### 4) Risultati delle prove e dell'esercizio.

Come è facile immaginare tanto le prove effettuate ad Ancona al momento della consegna, quanto le successive eseguite in Norvegia durante la navigazione effettiva hanno avuto soprattutto lo scopo di controllare quelle particolari doti di velocità e prontezza nelle evoluzioni e nelle manovre a cui si è fatto cenno e che rappresentano i requisiti fondamentali di queste navi.

I temi delle prove sono perciò stati due: uno, usuale, riguardante le prestazioni della nave e del suo apparato motore durante la navigazione normale, l'altro insolito, riguardante il funzionamento



Fig. 8 - Uno dei due posti di manovra 50-228 dell'elica a passo variabile sul ponte di comando.

in manovra del complesso elica reversibile-motore, nelle due condizioni di elica attiva ed elica bloccata.

a) *Prove di velocità.* — Durante le prove di consegna ad Ancona si sono effettuate su tutte e quattro le navi le prove di velocità su base misurata, con nave al dislocamento normale di 2300 T, nelle due condizioni di motore alla potenza normale contrattuale di 2500 HP a circa 150 giri/l'

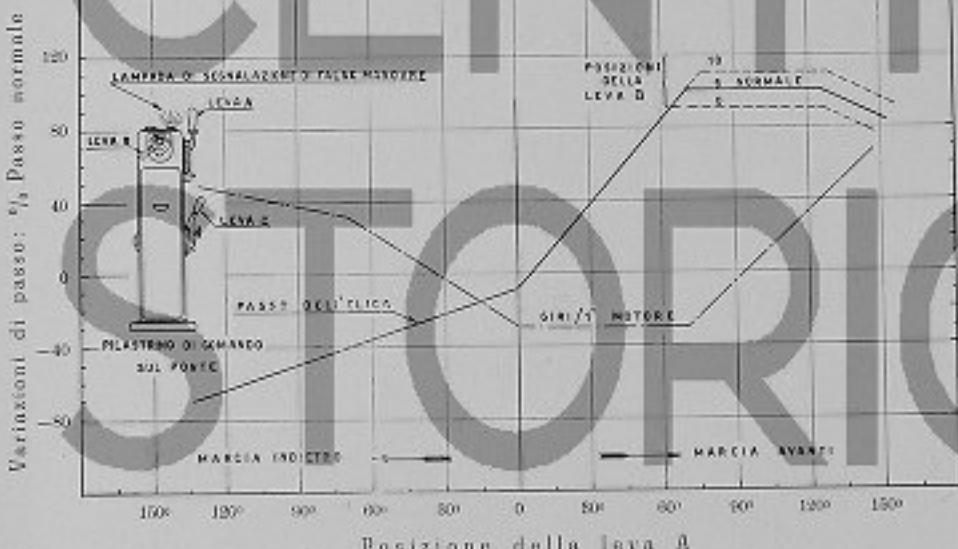
e alla potenza massima di 3600 HP a circa 170 giri/l'.

Le velocità sono risultate rispettivamente di  $15,8 \pm 15,9$  e  $16,8 \pm 16,9$  mgl/h, cioè alquanto superiori alle contrattuali.

b) *Prove di inversione con elica reversibile attiva.* Rilievi molto precisi sono stati eseguiti specie sulla quarta nave — la Sanct Swithun — ove era stata predisposta apposita apparecchiatura facente capo ad un oscillografo a 12 equipaggi,

di circa  $13''$  ed è tale in dipendenza dei valori limiti della portata e degli efflussi di olio del meccanismo idraulico di comando delle pale.

— la linea 3 si riferisce allo spostamento del variatore (H) del carico in posto delle molle del regolatore di velocità del motore. Simile spostamento che dovrebbe seguire la variazione del passo delle pale nel senso di ridurre la velocità man mano si riduce il passo (e viceversa) non è in realtà sincronizzato bene perché la sua escursione



— la linea 5 si riferisce alla rotazione dell'albero di regolazione delle pompe del combustibile. Tale linea è, in pratica, la ripetizione della 4 e dimostra che il meccanismo idraulico del regolatore è perfetto.

— la linea 6 indica infine come varii la velocità di rotazione del motore. Essa scende nei primi due secondi sino a 138 giri/l' per effetto dello scarico delle molle del regolatore, poi sale sino al massimo di 175 in relazione alla mancanza

del posto di manovra nella posizione «Neutral» anziché nella posizione «Normal») il tempo si riduce di circa 10" (linea 2) e lo spazio di 35 m, cioè di così poco da non rendere in pratica consigliabile l'uso di tale leva nemmeno in caso di emergenza.

c) *Prove di inversione con clima reversibile bloccato.* — Tempi e spazi di arresto nave mediante l'inversione di marcia del motore di propulsione sono elementi di notevole interesse in

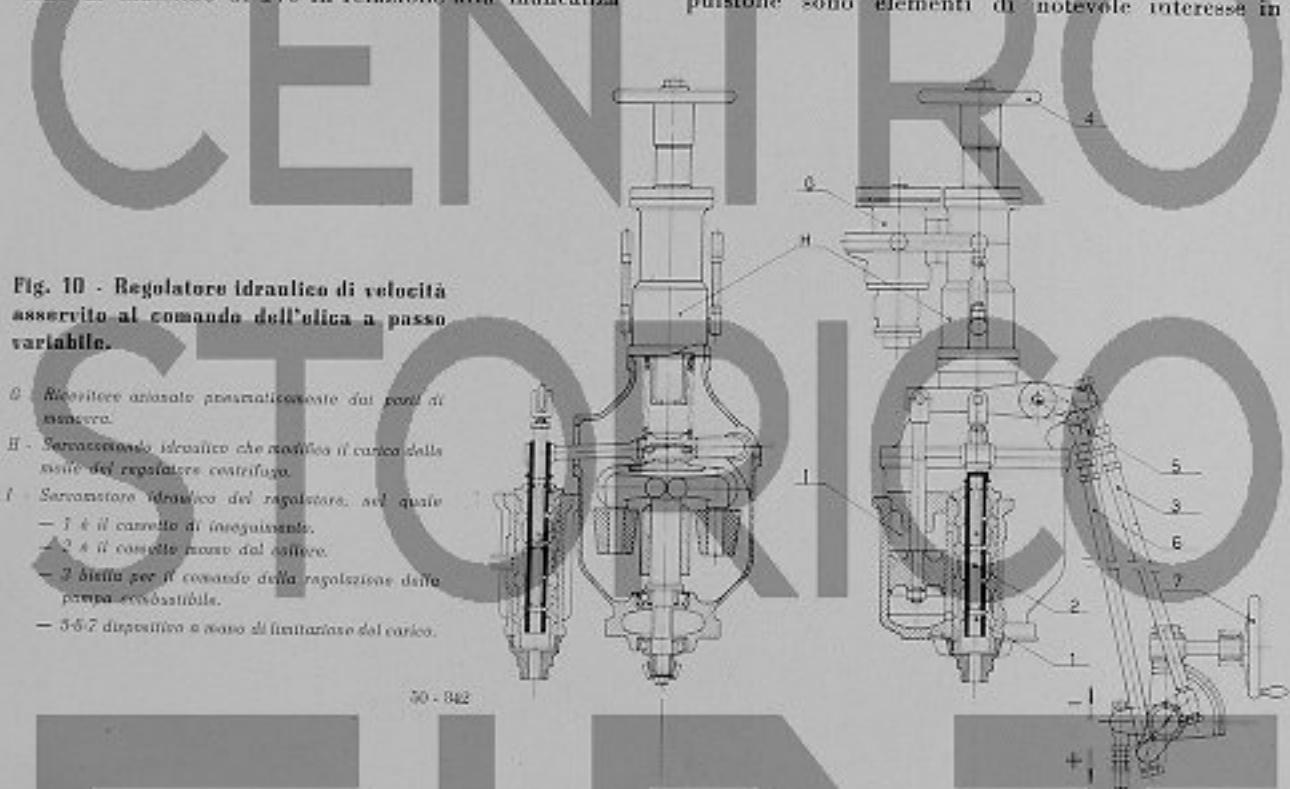


Fig. 10 - Regolatore idraulico di velocità asservito al comando dell'elica a passo variabile.

- G - Riempitore anidro pneumatico gestito dai posti di manovra.
- H - Serravacuo idraulico che modifica il carico della molla del regolatore centrifugo.
- I - Serravacuo idraulico del regolatore, nel quale:
  - 1 è il carrello di inseguimento.
  - 2 è il carrello moto dell'elica.
  - 3 bilico per il controllo della regolazione delle pompe combustibili.
  - 4 dispositivo a mano di limitazione del carico.

di sincronismo a cui si è fatto cenno più sopra, poi comincia a scendere dal sesto secondo in avanti, prima lentamente, poi rapidamente a partire dal 13", quando, cessata la cavitazione dell'elica, essa comincia ad assorbire una fortissima coppia frenante. Verso il 18-19" la velocità riprende a salire riportandosi al valore normale di 150 giri/l'.

Il tempo di arresto della nave abbriata in avanti alla velocità di 15,5 mgl/h ed eseguendo la manovra come si è descritto qui sopra risulta di 1'45" e lo spazio percorso di 416 m (linea 1 della fig. 12). Qualora la stessa manovra si effettui mantenendo costante la velocità del motore (leva C

qualsiasi nave — perché è desiderabile che essi siano, in casi di emergenza, i minimi possibili. Nel caso nostro l'interesse è acuito non solo per il particolare genere di servizio a cui queste navi sono destinate, ma perché, per quanto remota, non è esclusa l'eventualità che l'elica manchi improvvisamente anche durante la manovra e quindi una manovra iniziata facendo assegnamento sulla prontezza e rapidità di tale sistema, deve poter essere ultimata senza pericolo utilizzando il solo motore. Tempi e spazi non devono perciò, nei due casi, differire di molto, tanto più che il personale di comando, una volta abituato a manovrare coll'elica reversibile si troverebbe in imbarazzo se, dovendo

manovrare col motore, dovesse farlo in condizioni troppo diverse.

I tecnici delle quattro Compagnie si sono molto

solita velocità normale di 15,5 ÷ 16 mgl/h., e manovrando col solo motore (elica inattiva, con passo nella posizione normale di Marcia Avanti), risul-

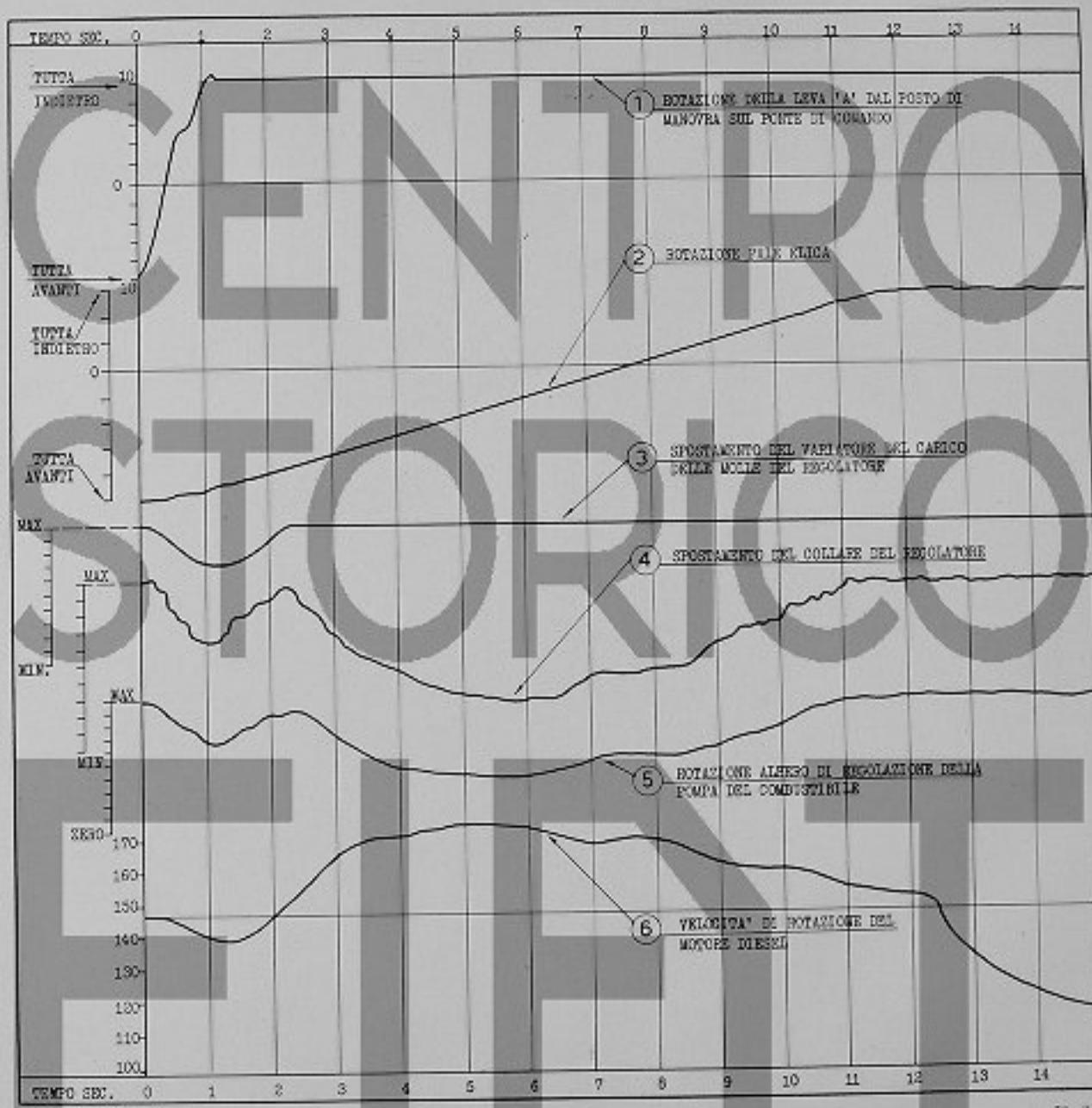


Fig. 11 - Riproduzione degli oscillogrammi rilevati durante le prove in mare della M/n S. SUITHUN per una inversione da tutta forza avanti partendo dalla velocità di 16 nodi.

50 - 340

I numeri di ciascuna curva si riferiscono ai corrispondenti numeri riportati sullo schema di fig. 7 ed indicano le diverse posizioni dei rilievi.

preoccupati circa questo punto, e già sulla prima nave — la Erling Jarl — furono fatte numerose prove. Il tempo di arresto nave, partendo dalla

tava intorno a 2'50" ÷ 3" (curva 4 della fig. 12). Tempo discreto, ma non soddisfacente, perché circa doppio di quello richiesto dalla manovra con

elica attiva. Come si vede dalla curva il forte ritardo è dovuto al fatto che il motore durante i due primi minuti dal momento in cui si portano le leve di manovra sul fermo, seguitava a girare trascinato dall'elica e non era possibile avviarlo in retromarcia. Una volta avviato l'azione di frenatura era energetica come quella dell'elica con passo invertito. Stando così le cose era ovvio che per migliorare la situazione bisognava ridurre la durata della fase

namento — si dissipava gran parte del lavoro di compressione, che verrebbe altrettanto restituito nella successiva fase di espansione, raddoppiando praticamente l'effetto frenante del motore.

L'aria compressa che effluisce dalle valvole si scarica all'esterno attraverso apposita valvola in testa al collettore di avviamento.

L'energia che viene dissipata nella compressione è notevole (curva 3 della fig. 12) specie nel primo



Fig. 12 - Tempi di arresto nave:

- 1 con elica reversibile attiva e leva C del pistolo di manovra nella posizione «Avanti»;
- 2 come sopra, ma con la leva C nella posizione «Neutral»;
- 3 con elica a passo fisso e con frenatura del motore;
- 4 come sopra, ma senza frenatura.

di trascinamento del motore, ciò che è stato fatto agendo nelle due direzioni possibili e cioè:

- aumentando l'azione di frenatura del motore;
- aumentando la coppia durante la rotazione ad aria compressa del motore.

L'aumento della frenatura è stata ottenuta facendo aprire le valvole di avviamento, che sono del tipo a servocomando pneumatico, verso la fine della fase di compressione.

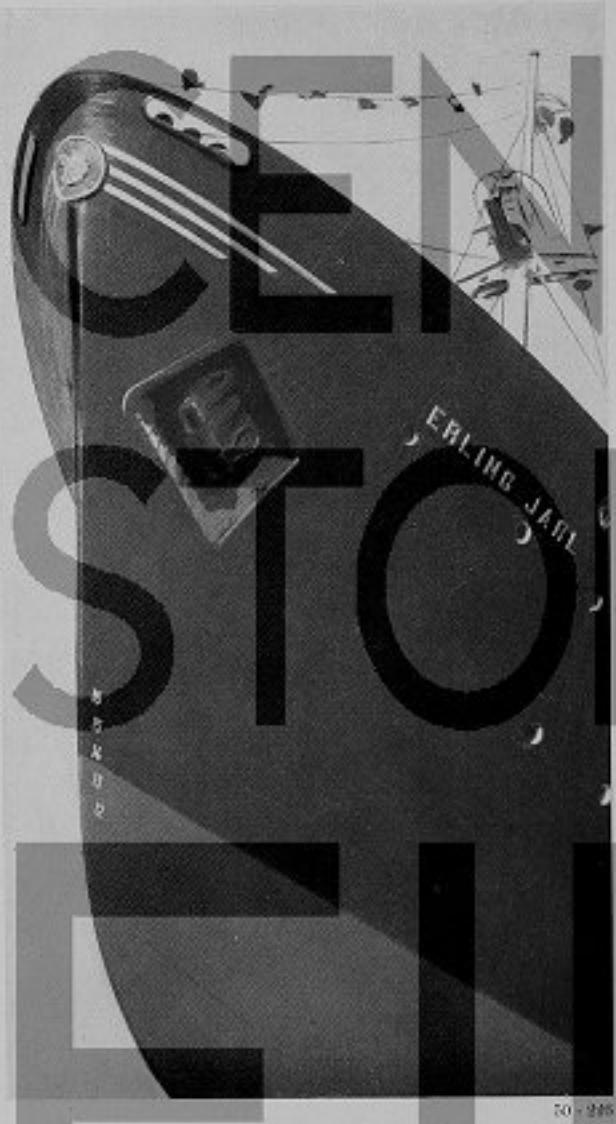
Con questo semplice artificio — giacché non si è voluto di proposito ricorrere all'uso di freni sul volante o sulla linea d'assi stante la loro complicazione meccanica e relativa incertezza di funzio-

periodo, quando la velocità del motore trascinato è alta.

Il dispositivo di manovra è rimasto sostanzialmente invariato, essendosi soltanto aggiunto alla leva di destra una quarta tacca, quella di frenatura.

Si hanno perciò due leve, l'una a sinistra (leva di inversione) con le due posizioni di Marcia Avanti e Marcia Indietro e una a destra (leva di manovra) con le quattro posizioni di Marcia Fermo - Avviamento e Frenatura. Anche la manualità della manovra, resta come prima, semplice ed intuitiva: dovendosi invertire rapidamente la marcia, per es. da Marcia Avanti a Marcia In-

dietro, si porta la leva di destra sul Fermo, si sposta la leva di sinistra dalla tacca di Marcia Avanti a quella di Marcia Indietro, e subito dopo si porta la leva di destra sulla tacca di frenatura.



La prua della M/n "Erling Jarl",

Non appena il motore ha rallentato si mette tale leva sulla tacca di avviamento ed il motore invierte la marcia nella direzione desiderata.

L'aumento della coppia di spinta in avviamento è stato a sua volta ottenuto perfezionando in modo

sostanziale il dispositivo di servocomando pneumatico delle valvole di avviamento.

Questo argomento è ancora oggi materia di studio e di sperimentazione, essendo ovvio l'interesse di avere da un lato un dispositivo di servocomando semplice, sicuro e pronto e dall'altro di ottenere in avviamento una rotazione veloce e con il minimo consumo di aria.

I risultati finora ottenuti sono assai buoni e la seconda parte della curva 3 lo dimostra.

Tra qualche mese anzi, completate le interessanti ricerche che abbiamo in corso, ci proponiamo di ritornare su questo interessante argomento relativo ai moderni dispositivi di avviamento.

La nuova manovra, provata sulla quarta nave, ha permesso di ottenere una riduzione del tempo di arresto di circa 1', cosicché la differenza tra l'arresto con elica attiva e quello con inversione diretta del motore si riduce soltanto a 15 - 20", cioè ad una entità praticamente trascurabile.

*d) Risultati di esercizio.* — La prima nave è in servizio dall'Agosto 1949 e la seconda in Ottobre terminerà l'anno di garanzia. Le altre due, entrate in linea nella scorsa primavera, hanno superato or ora l'intenso periodo di attività estiva. Con quali risultati?

Come prudenza e modestia vuole, siamo assai restii ad esprimere un giudizio.

Certo siamo stati un pochino in apprensione, specie nei primi mesi, non perché avessimo in partenza dei particolari dubbi circa i motori in sé, ma perché le speciali e per noi insolite condizioni di esercizio — comportanti l'uso dell'elica riversibile e dei relativi automatismi sul motore — l'esecuzione di frequentissime manovre e di periodi relativamente lunghi di marcia a vuoto (quando, in manovra, l'elica ha passo nullo), la navigazione in acque freddissime e ghiacciate, potevano dare luogo a qualche sorpresa.

Invece l'esercizio si è svolto liscio e regolare, senza incidenti di sorta, o consumi anormali, o spese di manutenzione, e ciò rappresenta una nuova e gradita conferma delle ottime qualità del motore tipo 520.

Ingg. S. FILIPPINI e U. MONTALENTI.

# OSSEVAZIONI SU ALCUNE PRIORITÀ COSTRUTTIVE DEI NOSTRI MOTORI

Il disegno e la costruzione di un motore a combustione è un problema che ammette varie risoluzioni: dipendenti dalla scelta del ciclo, dal sistema impiegato per la realizzazione del ciclo stesso, dai dispositivi meccanici usati e dalla impostazione data al disegno delle parti principali. E' evidente come una tale quantità di variabili debba portare — almeno in teoria — a un grandissimo numero di possibilità diverse: moltissime di tali possibilità sono in effetto state realizzate costruttivamente e fra queste molte non hanno sopravvissuto al di là di qualche unità sperimentale, mentre un certo numero si è dimostrato vivo e vitale, ed è stato impiegato in scala industriale.

Fra queste l'esperienza pratica unita al progresso tecnico, hanno operata una ulteriore selezione, che ha portato alla sopravvivenza del più forte, ed ha condotto a una certa unificazione di disegno generale e di elementi costruttivi.

Anche nel campo dei grossi motori, vediamo realizzata la tendenza generale sopra accennata.

La battaglia dei cicli, durata oltre 20 anni, si è risolta con la vittoria, almeno per le maggiori potenze, del ciclo a due tempi; varie soluzioni costruttive escogitate per la realizzazione del ciclo stesso sono state abbandonate, ed è manifesta la tendenza generale ad una risoluzione comune dei problemi costruttivi dei vari elementi.

Il nostro Stabilimento ha impostato, durante 40 anni di lavoro nel campo dei grandi motori, la propria attività secondo un programma iniziale che non ha avuto mai serie modificazioni, e che il successivo svolgersi dei fatti ha dimostrato essere buono; e ci fa piacere, riandando il tempo passato, vedere come siano state anticipate da noi importanti idee e risoluzioni di problemi fondamentali e realizzazioni costruttive che oggi sono diventate o tendono a diventare normali nella mentalità e nella pratica di tutti i costruttori.

Ci è gradito ricordare qui che alcune delle ca-

ratteristiche costruttive da pochi anni introdotte nei migliori motori in campo internazionale si ritrovano già nei nostri disegni e nelle nostre costruzioni del 1925; e che la citata tendenza alla unificazione delle varie soluzioni costruttive verso quella che l'esperienza pratica ha dimostrato la più efficiente e sicura, avviene nel senso di avvicinare alle nostre le idee e le realizzazioni degli altri costruttori.

Vogliamo qui di seguito elencare alcuni dati di fatto che dimostreranno come giusto e ponderato sia stato il nostro programma iniziale, e come felici siano stati in molti casi le nostre realizzazioni costruttive.

• • •

## Impiego del ciclo a due tempi.

Abbiamo iniziato prima del 1910 i nostri studi e i nostri lavori per costruire motori secondo il ciclo a due tempi.

Tale impostazione di lavoro può essere stata allora giudicata audace o forse temeraria: in un periodo di tempo in cui erano tutt'altro che risolti i problemi costruttivi e di funzionamento dei motori a 4 tempi, ai quali si dedicava la maggior parte dei costruttori.

Dovemmo risolvere difficoltà tecniche e difficoltà commerciali: queste ultime da non sottovalutare, in quanto molto difficile persuadere un Armatore ad accettare motori diversi da quelli che la pratica corrente raccomandava; e d'altra parte il successo commerciale era condizione necessaria per ulteriore progresso tecnico, non potendosi migliorare e perfezionare il prodotto se non attraverso la esperienza pratica di motori funzionanti in servizio effettivo.

La iniziativa dei pochissimi costruttori che non si sono spaventati delle difficoltà di disegno e

messe a punto del ciclo a due tempi e hanno perseverato su questa strada ha fatto sì che dopo 20 anni — fallito anche il tentativo di battere il motore a due tempi a semplice effetto mediante il motore a 4 tempi a doppio effetto — tutti i costruttori di grandi motori a 4 tempi sono passati

considerarsi il *sème* a cui si deve il successivo grande sviluppo.

Richiamandoci a quanto pubblicato nel nostro bollettino n. 1-1950 abbiamo scelto per la realizzazione del ciclo a due tempi il sistema a lavaggio invertito; come quello che prometteva la soluzione costruttiva più semplice ed elegante: pur non nascondendosi le maggiori difficoltà di messa a punto termica e fluido dinamica che tale sistema necessariamente importava.

Fra i costruttori che nel periodo 1930-1936 hanno abbandonato il ciclo a 4 tempi, la maggioranza ha impiegato per i nuovi motori a due tempi il lavaggio unidirezionale, in quanto più facile da mettere a punto senza precedente esperienza. Questo però ha portato all'impiego di stantuffi opposti o a distribuzione di scarico con grosse valvole, il che senza dar vantaggi di carattere termico, conduce a motori più complicati nel caso del semplice effetto e preclude praticamente la via ad una razionale costruzione di motori a doppio effetto.

### Impiego della nafta da caldaia.

Abbiamo sempre pensato, fino dall'inizio della nostra attività, che il motore a combustione di media e grande potenza, destinato a competere con motrici a vapore adatte per consumare combustibili di qualsiasi tipo, dovesse essere fatto in modo da poter bruciare combustibili liquidi della qualità più economica esistente nel mercato. La economia di esercizio così ottenibile appariva tanto più preziosa sul mercato italiano, in quanto il nostro armatore deve acquistare all'estero il combustibile per le proprie macchine.

Già nel periodo 1910-1920 usavamo nei motori a due tempi semi veloci costruiti per i sommergibili e per la Marina da Guerra combustibile di densità prossima a 0,9 ed abbiamo considerato combustibile normale per i primi motori mercantili dal 1918 quello che avesse densità su 0,90-0,92.

Rimandiamo il lettore che gradisca maggiori particolari a quanto scritto nel nostro bollettino n. 2 del 1948 sull'ulteriore sviluppo verso l'uso di vere e proprie nafta da caldaia (Bunker Oil C.) sui motori mercantili. Ricordiamo qui che dal 1928 sulle navi della Soc. Veneziana si è impiegato combustibile da caldaia di densità oltre 0,96, e che dal 1936 si è messo a punto ed applicato normalmente in navigazione l'uso dello stesso com-

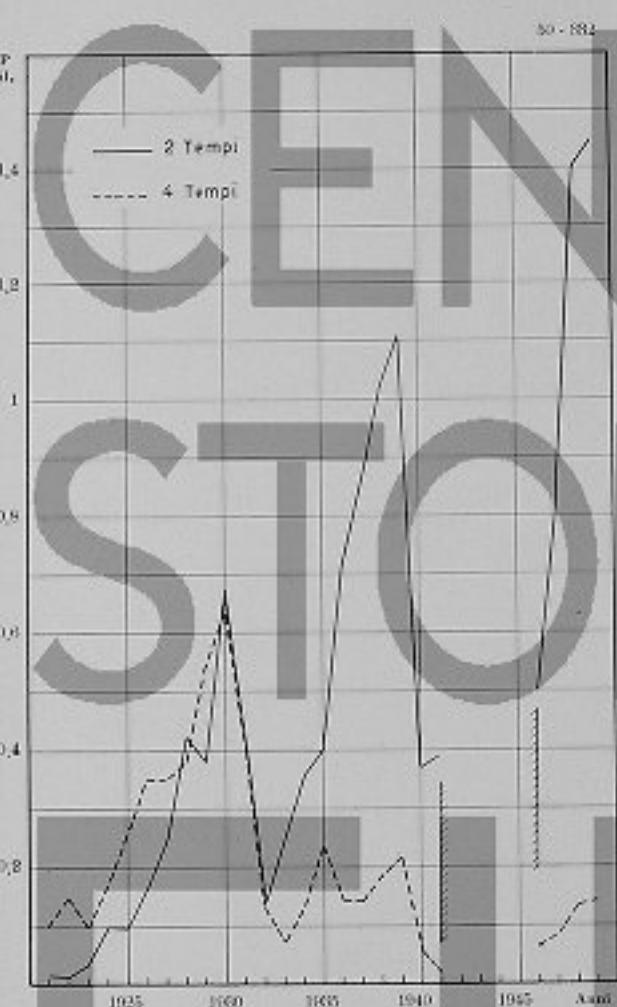


Fig. 1 - Produzione di motori mercantili a 2 tempi e 4 tempi nell'ultimo trentennio.

uno dopo l'altro al ciclo a due tempi — che oggi domina senza eccezioni tutto il campo della grande navigazione, per potenza dai 2000 Cavalli in su. Il diagramma della figura 1 rappresenta, secondo dati ricavati dalla stampa tecnica e che pensiamo sufficientemente approssimati, la produzione di motori mercantili costruiti a partire dall'anno 1920 secondo i due cicli: noi siamo orgogliosi di aver dato il nostro contributo alla più che modesta produzione dei primi anni, produzione che è da

bustibile sui motori a iniezione meccanica, arrivando a bruciare bene Bunker Oil C. di densità fino a 0,99.

Se la cosa, tecnicamente così interessante, non ha avuto larga risonanza in campo internazionale, riteniamo sia dovuto al fatto che la quasi totalità dei nostri motori è stata in quei tempi fornita agli armatori nazionali, e che i risultati da noi ottenuti sono per così dire rimasti in casa; ed ancora più al fatto che in quel tempo il bilancio economico del motore rispetto alla motrice a vapore e alle turbine consentiva un notevole margine, tale da non rendere imperativo agli armatori e ai costruttori di motori il problema di ridurre il costo del combustibile.

Naturalmente, senza una decisa pressione da parte degli armatori, la quasi totalità dei costruttori stranieri non ha creduto opportuno correre rischi, ed ha accantonato il problema; i risultati delle nostre prove sono stati ignorati o considerati come cosa di non rilevante importanza.

I progressi fatti durante gli ultimi anni dalle turbine a vapore, la minaccia, per ora lontana ma sempre potenziale, delle turbine a gas hanno ora spostato la situazione ed hanno obbligato gli armatori, ma ancor più i costruttori, ad occuparsi del problema di ridurre il costo di esercizio delle motonavi attraverso l'impiego di combustibile più scadente.

E così da due o tre anni sono in corso prove varie, a terra e a bordo, da parte di costruttori e di armatori, e sono state pubblicate notizie e risultati di prove eseguite da vari armatori, per propria iniziativa, negli anni passati. L'argomento è quindi diventato di moda, occupa un notevole spazio nella stampa tecnica, e dà luogo a letture e discussioni specialmente in Inghilterra.

Tutti vogliono dimostrare che i propri motori sono capaci di bruciare nafta pesante: e si dà importanza a risultati iniziali e si pubblicano notizie ingenue, come si può vedere nell'ampia e documentata relazione pubblicata sul «Motorship» inglese di aprile 1950, in cui viene segnalato con soddisfazione come un motore Doxford provato in officina nel gennaio 1950 per 17 (diciassette) ore con nafta da caldaie, abbia funzionato abbastanza bene e non abbia dato luogo ad alcuna usura nelle camicie dei cilindri (!).

I dispositivi impiegati per rendere possibile, o quanto meno più agevole, l'uso della nafta da caldaie, sono esattamente gli stessi da noi impie-

gati a partire dal 1928; per quanto da alcuni siano stati rivendicati oggi come nuove invenzioni, contenuti elementi tali di novità da renderne possibile un brevetto.

Si tratta in sostanza oggi come allora, di riscaldare il combustibile per renderlo anzitutto più fluido e maneggevole, di eliminarne per quanto possibile impurità, ceneri e materie asfaltiche per mezzo di depuratori centrifughi, eventualmente in serie, di riscalarlo ulteriormente a ca. 100° di temperatura prima dell'ingresso nelle pompe del combustibile, e di iniettarlo nei cilindri quanto più possibile caldo a mezzo di polverizzatori mantenuti, a mezzo di appositi dispositivi di raffreddamento, quanto più possibile freddi.

Questo è quanto noi ed altri abbiamo fatto e quanto è stato riprodotto di recente nelle prove eseguite sul motore Werkspoor della M/n Auriula della Anglo Saxon, prove a cui è stata data enorme pubblicità e che oggi si potrebbe dire facciano testo sull'argomento, almeno in Inghilterra e Nord Europa. Pur trattandosi di un motore a 4 tempi, sovralimentato, il motore dell'Auriula si è comportato bene, agli effetti della combustione, dell'usura dei cilindri e delle fasce elastiche, del comportamento delle valvole, ed in genere del lavoro e costo di manutenzione.

Non si è potuto però evitare che residui di combustione delle parti più solide e meno volatili, attraverso le fasce elastiche e lo stantuffo, si raccolgano sotto allo stantuffo stesso nello spazio chiuso che nel motore Werkspoor costituisce il corpo della pompa di sovralimentazione, impiastrando le valvole della pompa stessa e richiedendo un notevole e fastidioso lavoro di pulizia. Di più, dato che tale spazio è alternativamente sotto pressione, i residui semi liquidi accumulati trovano facilmente la via per passare, attraverso il dispositivo di tenuta dell'asta dello stantuffo, nella sottostante camera delle manovelle, dove vanno ad annerire ed inquinare con prodotti carboniosi, acidi, etc. l'olio di lubrificazione.

L'unico motore a due tempi a semplice effetto oggi esistente in cui tale inquinamento dell'olio lubrificante non possa avvenire, in quanto il cilindro si apre in basso all'aria aperta, ed è separato dalla camera delle manovelle mediante una parete di separazione attraversata dall'asta dello stantuffo, è il nostro motore, secondo il disegno ancora oggi mantenuto e che risale al 1922.

Tutti gli altri motori a 2 tempi oggi costruiti hanno lo stantuffo che penetra direttamente nella camera delle manovelle (Doxford, Sulzer, Man, Nordberg) ovvero entro uno spazio separato dalla camera delle manovelle ma chiuso verso l'esterno, che serve da pompa o da serbatoio di aria di lavaggio (B. W. - Gotaverken).

Nel primo caso il pericolo di inquinamento dell'olio è più grave essendo molto incerta l'efficacia dei dispositivi raschiaolio destinati a pulire la parete dello stantuffo al suo ingresso nella camera delle manovelle; nel se-

costruzione dei motori a 4 tempi con testa a croce che in quel tempo erano più largamente usati, Abbiamo per questo accettato un maggior costo e una maggiore altezza dei nostri motori, e questo ci è stato qualche volta rimproverato; ma questa nostra particolare costruzione ci ha facilitato l'uso senza inconvenienti della nafta da caldaie e viene oggi ritenuta essere l'unica che possa integralmente risolvere il problema.

Vogliamo riportare a questo proposito quanto ha scritto recentemente il Signor Lamb, che all'estero è oggi il più acceso fautore dell'uso della

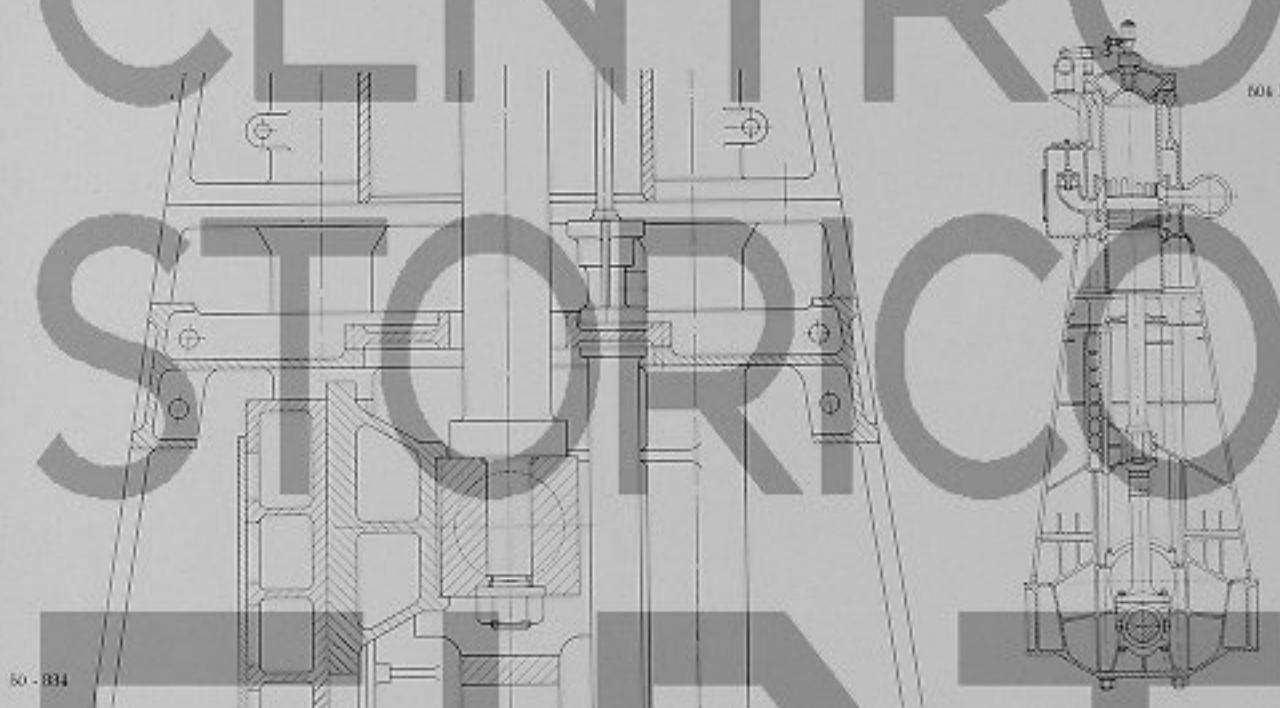


Fig. 2 - Uno dei primi motori (Ø 750) in cui venne realizzata nell'anno 1922 la parete divisoria fra cilindri e camera delle manovelle.

condo caso si ha una maggior tenuta, ma, analogamente a quanto si ha nel Werkspoor a 4 tempi, si ha necessità di frequente pulizia e manutenzione della camera sotto allo stantuffo e possibilità di incendio o esplosione dei residui accumulati.

Nel 1922, quando abbiamo disegnato i primi motori di maggior potenza, in base all'esperienza fatta dai primi anni di funzionamento dei precedenti motori mercantili, abbiamo creduto opportuno introdurre nel motore a 2 tempi l'ottima caratteristica della separazione fra cilindro e parte inferiore del motore, riproducendo in questo la

nafta da caldaie, e che è da ritenere indubbiamente competente in materia (1).

E piace vedere come la pubblicità dei nostri amici costruttori del Nord punti oggi su tale ele-

(1) Riprodotto dalla memoria del Sig. John Lamb avente il titolo « Further Developments in the Burning of Boiler Fuels in Marine Diesel Engines » — riportato dal « Transactions of the Institute of Marine Engineers » del Giugno 1950 pag. 230.

« In most two-cycle engines a deep piston is employed, and in order to avoid the height of the engine being unduly great the makers cause the lower end of the piston to reciprocate through the upper end of the crankcase. Provision is usually made to retain the lubricating oil in the

mento costruttivo (1) anche se come sopra detto applicato in modo meno completo e soddisfacente di quanto da noi stessi fatto.

### Testate di cilindro e di stantuffo.

Sono questi, assieme alla parte superiore della camicia, i pezzi del motore soggetti contemporaneamente alle massime sollecitazioni termiche e meccaniche. Sono pezzi in cui si hanno distribuzioni di sforzi molto complesse non calcolabili, e forse soltanto oggi, a mezzo dei moderni sistemi di rilievo ed amplificazione elettronica, parzialmente

tempi, non altrettanto adatta si dimostrava a sostenere le maggiori sollecitazioni termiche del cielo a 2 tempi. E così senz'altro siamo passati dal 1925 all'acciaio. Abbiamo dovuto risolvere notevoli difficoltà per avere getti sani, specialmente per le testate dei cilindri, e abbiamo varie volte trovato costruttivamente più comodo fare le teste degli stantuffi di acciaio fucinato. Eliminato il difetto delle possibili rotture in servizio, abbiamo però dovuto affrontare per le testate stantuffo i problemi derivanti della minor resistenza dell'acciaio alla ossidazione e all'usura. Così abbiamo trovato il modo di proteggere il cielo della testata mediante

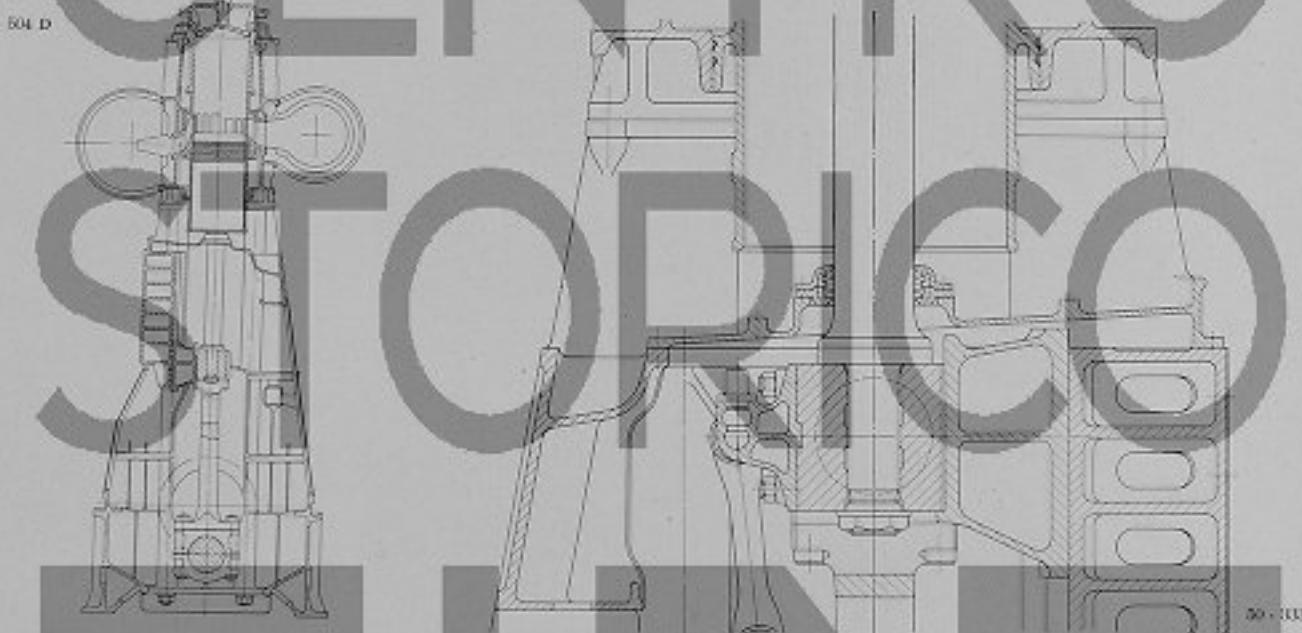


Fig. 3 - La costruzione attuale dello stesso motore  $\phi$  750 mm salvo l'aggiunta di un dispositivo raschiaolio; la parete divisoria è sostanzialmente immutata.

misurabili. Da noi stessi nei primi nostri grossi motori sono stati costruiti di ghisa, in conformità alla pratica corrente di tutti gli altri costruttori; ma abbiamo dovuto constatare come, se la ghisa poteva dare risultati accettabili sui motori a 4

cylinder by fitting scraper rings at the lower end of the cylinder and oil is prevented from leaving the crankcase by scraper rings situated at the upper end of the crankcase,

With this form of construction it is reasonable, therefore, to assume that unless special consideration is given to the means provided to collect any deposit thrown out of the bottom of the cylinders, such deposit will find its way into the crankcase and contaminate the lubricating oil therein. Similar, but less difficult problems are met with in certain

trattamento di calorizzazione, e abbiamo sperimentato vari sistemi di ridurre l'usura dei canali delle fascie elastiche, fissando la nostra scelta sulla cromatura dura, che ha dato ottimi risultati.

L'uso dell'acciaio, da noi iniziato come detto

makes of four-cycles engines. Where the lower end of the cylinders is open to the atmosphere the problem does not arise, but in engines where the lower ends of the cylinders are enclosed to form a supercharge air pump, more than usual thought must be given to preventing the deposit from the lower ends of the cylinders entering the crankcase.

(1) Pubblicità della ditta Burmeister e Wain nei primi numeri del 50 del « Motorship » inglese.

sopra nel 1925, è diventato comune a tutti i costruttori di grossi motori soltanto in questi ultimi tempi. Abbiamo su questo punto un vantaggio di almeno una quindicina di anni; fino all'inizio dell'ultima guerra sulla maggior parte dei motori in commercio, testate e stantuffo erano ancora totalmente di ghisa — e qualche motore americano usa ancora oggi la ghisa.

Non possiamo escludere che la introduzione in scala industriale delle nuove qualità di ghisa ad alta resistenza, con caratteristiche vicine a quelle

da un noto costruttore del Nord Europa. Come risulta dalla fig. 4 la testata di tipo comune appoggia sulla flangia superiore della camicia a mezzo di una sede ricavata sulla sua zona più bassa — rimanendo così tutta la testata più alta ed esterna alla camicia. Con questo la camera di combustione è limitata lateralmente da quella zona di camicia che per ragioni costruttive non è possibile raffreddare; e proprio in questa zona la camicia è esposta alle massime temperature. Nel nostro disegno (fig. 5) invece la testata penetra, al di sotto della sede di

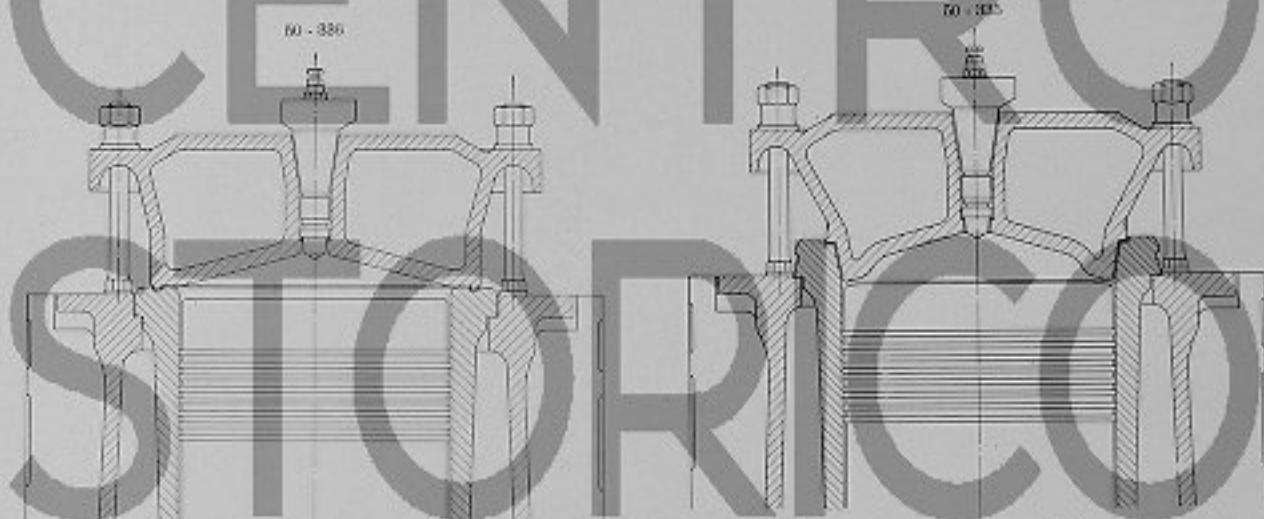


Fig. 4 - Forma di testata da noi abbandonata dal 1920  
la zona di camicia corrispondente alla camera  
di combustione non è raffreddata.

Fig. 5 - La flangia superiore della camicia poco  
raffreddata è schermata dalla testata: il calore  
prodotto dalla combustione si esercita su una  
parte di camicia più sottile e ben raffreddata.

dell'acciaio, possa portare ad un ritorno della ghisa, specialmente per motori non molto caricati; difficilmente però potrà ottenersi, anche con la nuova ghisa, la sicurezza che si ha con l'acciaio. Il quale sopporta non solo le condizioni di servizio normale, ma anche situazioni anormali che in pratica possono sempre presentarsi — come ad esempio una mancanza per breve periodo del raffreddamento — ed è suscettibile di saldature e di riparazioni che possono annullare le eventuali conseguenze di tali maltrattamenti.

A proposito della testata del cilindro vogliamo richiamare un particolare di disegno, che, introdotto da noi già prima del 1920, è stato sempre conservato in tutti i nostri motori e che, dopo essere stato impiegato nel 1935 sui motori AEG a doppio effetto, di recente è stato riprodotto sui propri motori, e vantato come notevole progresso

tenuta, entro la camicia, e si porta in basso di tanto quanto occorre per avere la zona corrispondente alla camera di combustione almeno al livello a cui esternamente termina in alto la camera di raffreddamento. La flangia superiore della camicia, poco o niente raffreddata è quindi schermata dalla irradiazione diretta della combustione che invece si esercita su una parte di camicia più sottile e ben raffreddata, riducendo così sollecitazioni termiche nella zona soggetta alle maggiori sollecitazioni meccaniche. Siamo stati sempre contenti di questa nostra costruzione, e siamo lieti che sia stata giudicata buona e degna di riproduzione anche da altri.

#### Rigidità del motore.

Le idee dei costruttori sull'argomento della rigidità della struttura fissa del motore hanno subito nel tempo una notevole evoluzione.

Nei primi motori costruiti per uso industriale, in cui su un basamento continuo venivano sovrapposti montanti e cilindri totalmente isolati si è passato a motori più rigidi, in cui basamento ed incastellatura o gruppi di montanti venivano riuniti in un solo blocco, sul quale venivano montati isolati i cilindri. E finalmente, come sui motori degli autoveicoli si è arrivati al monoblocco (basamento, incastellatura e gruppo cilindri in unico pezzo), così sui grandi motori oggi si considera desiderabile la costruzione in cui i vari pezzi che per necessità costruttive costituiscono basamenti, incastellature e cilindri, sono collegati assieme in modo da formare un blocco unico della maggiore rigidità.

A questo concetto noi ci siamo tenuti dal 1923, sia per i motori veloci che per quelli lenti, malgrado che tale costruzione comporti un costo e un peso maggiore; e solo per ragioni di peso e di economia pensiamo che grandi motori con cilindri isolati siano sopravvissuti fino ad oltre il 1940 presso qualche costruttore di primaria importanza. Oggi però tutti i motori in produzione normale sono dappertutto costruiti, a questo riguardo, col criterio della rigidità totale: salvo i motori a stantuffi opposti, in cui per necessità costruttiva i cilindri sono collegati fra loro soltanto nella zona centrale.

### Alberi a gomito.

Il disegno degli alberi a gomito dei grossi motori è sempre stato basato sulle dimensioni caratteristiche imposte dai registri di classifica in funzione delle misure geometriche e del numero dei cilindri, e dell'interasse fra i cilindri adiacenti. Poca libertà quindi ai disegnatori, salvo quella di aumentare i diametri minimi concessi e di lavorare su particolari apparentemente minori, quale la forma dei raccordi, i profili delle braccia di manovelle, etc. Abbiamo chiamato «apparentemente» minori tali elementi, in quanto nei primi tempi del nostro lavoro realmente scarsa importanza si dava ad essi: si sa oggi invece che dalla cura data in fase di disegno e di costruzione a questi stessi particolari dipende la resistenza a fatica dell'albero, e che è inutile fare un albero grosso se contemporaneamente non si riducono al minimo le conseguenze dannose che si hanno da cattiva profilatura delle zone di discontinuità e da difettoso avviamento delle linee di forza.

E' noto oggi, qualitativamente e quantitativamente, quale deleterio effetto abbiano sulla resi-

stenza a fatica a torsione i fori usualmente praticati negli alberi a gomito per portare l'olio di lubrificazione dai cuscinetti di banco ai cuscinetti delle bielle.

L'esperienza ha insegnato quali accorgimenti (arrotondamenti all'imbocco, posizione dei fori, trattamento locale del materiale) debbano essere applicati affinché tale dannoso effetto sia ridotto al minimo, ma nessuno di tali accorgimenti porta ad un risultato così buono come la soppressione integrale dei fori stessi.

Fin dal 1935, quando si è cominciato a valutare l'importanza di questo problema, abbiamo cercato di trovare il modo di risolverlo radicalmente, e mediante dispositivo abbastanza semplice, in seguito abbiano adottato al sistema di introduzione dell'olio di raffreddamento allo stantuffo motore, abbiamo lubrificato i cuscinetti di biella non più dal basso verso l'alto, ma bensì dall'alto verso il basso.

L'olio viene introdotto in corrispondenza della testa a croce, passa ai cuscinetti di piede di biella e di qui scende, attraverso la biella, come sempre forata, al cuscinetto di testa di biella. I cuscinetti di banco sono lubrificati come prima mediante un tubo collettore e diramazioni; manca soltanto il foro che traversando diagonalmente o a zig zag l'albero, portava prima olio dei cuscinetti di banco a quelli di testa di biella.

Tale dispositivo, che crediamo essere stati i primi ad adottare, e che è stato da noi brevettato in Italia nel 1939, ha permesso di raddoppiare almeno la resistenza a fatica locale dell'albero a gomito, specialmente in zone prossime ad andature critiche torsionali ed è stato riprodotto negli ultimissimi anni da quasi tutti i costruttori stranieri di motori di grande potenza; qualcuno di essi, nelle proprie pubblicazioni tecniche, ne vanta la importanza appunto ai fini della maggior solidità dell'albero a gomito.

### Teste a croce.

La articolazione fra la biella e lo stantuffo, o fra la biella e la testa a croce nei motori a due tempi lavora, come è noto, in condizioni poco favorevoli per assicurare una buona lubrificazione. La somma delle azioni che su di essa si esercitano dà una risultante variabile, ma sempre diretta verso il basso; mentre nei motori a 4 tempi, l'azione dell'inerzia è tale che durante le corse di aspirazione e scarico dà luogo ad una componente verso l'alto tale da sollevare lo stantuffo e scaricare a

giri alternati la pressione dalla parte inferiore del cuscinetto. Con questo si ha circolazione attivata di olio fresco, che viene per così dire pompato per effetto del piccolo movimento relativo fra perno e cuscinetto, mentre nulla di simile avviene nel motore a 2 tempi, in cui la pressione insiste in modo continuo e mantiene costantemente aderenti verso il basso perni e cuscinetti. Il problema della lubrificazione di tali cuscinetti è quindi più grave nel motore a due tempi e molti costruttori stranieri hanno cercato di risolverlo nei motori di

Con questo si è potuto ottenere un funzionamento accettabile pur avendo i cuscinetti dimensionati secondo quanto normalmente ammesso nei motori a 4 tempi.

Noi invece abbiamo cercato di risolvere il problema non mediante artifici complessi, ma bensì aumentando la superficie utile dei cuscinetti, fino ad ottenere, per successive approssimazioni, una pressione superficiale così moderata da consentire un regolare funzionamento anche nelle difficili condizioni che si hanno con la lubrificazione

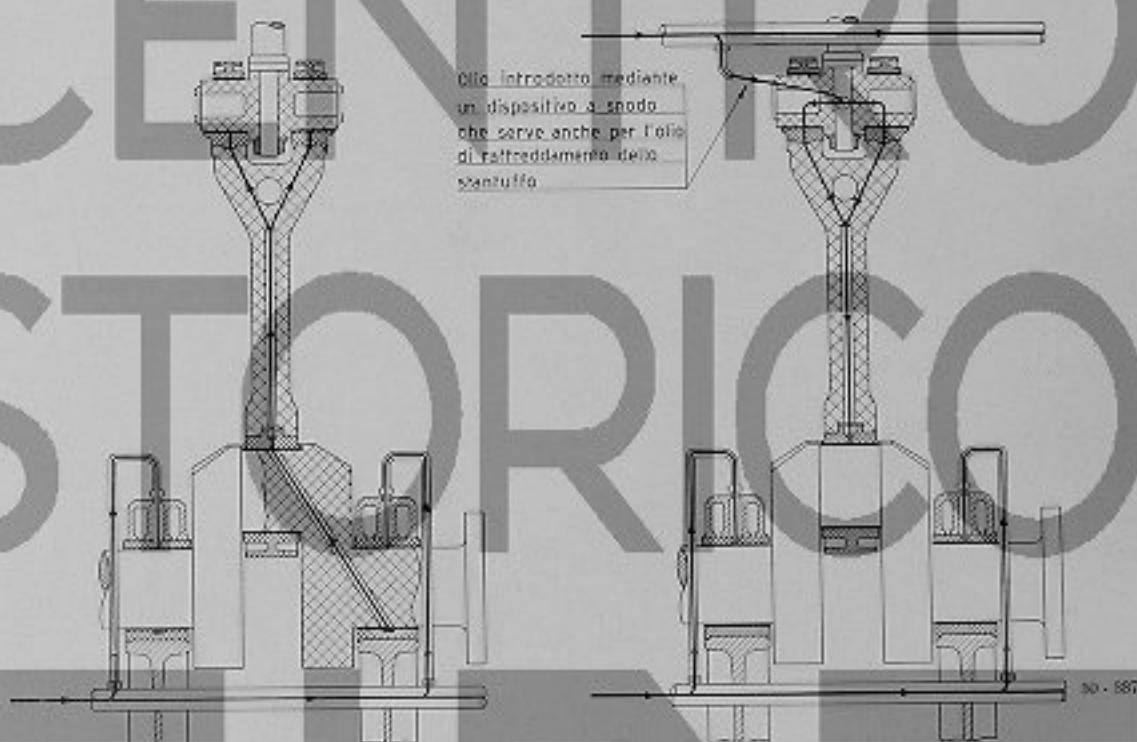


Fig. 6 - Sistema per lubrificare i cuscinetti di banco e di biella: il primo, da noi abbandonato dal 1935, comporta canali di adduzione dell'olio anche nell'albero a gomito, nel secondo invece l'albero non viene in alcun modo forato.

grande potenza con vari artifici. Così nei vecchi motori Sulzer veniva impiegato, per lubrificare le teste a croce, olio a 18 Kg/cm<sup>2</sup>, messo in pressione da apposita pompa e mandato ai cuscinetti mediante speciali tubazioni e dispositivi a cannonecchiale, il tutto di notevole complicazione. Nei motori Krupp su ogni testa a croce era applicata una piccola pompa a stantuffo, il cui movimento era dato dal moto oscillante della biella rispetto alle teste a croce: tale pompa aspirava olio dal circuito normale di lubrificazione, e ad ogni giro lo iniettava sotto pressione maggiorata ai cuscinetti di piede di biella.

normale. Su qualche motore, in cui non avevamo potuto raggiungere, anche per ragioni di peso, le dimensioni ottime, abbiamo raggiunto buoni risultati impiegando il metallo rosso (rame-piombo), da poco tempo allora entrato nella tecnica dei motori di aviazione per i cuscinetti di testa di biella.

L'esempio della nostra costruzione ha fatto scuola, e oggi nessun costruttore adopera più dispositivi speciali di lubrificazione per i piedi di biella, i quali in ogni motore sono proporzionati circa agli stessi criteri a suo tempo da noi sperimentati ed usati.

Dott. Ing. ROBERTO DE PIERI

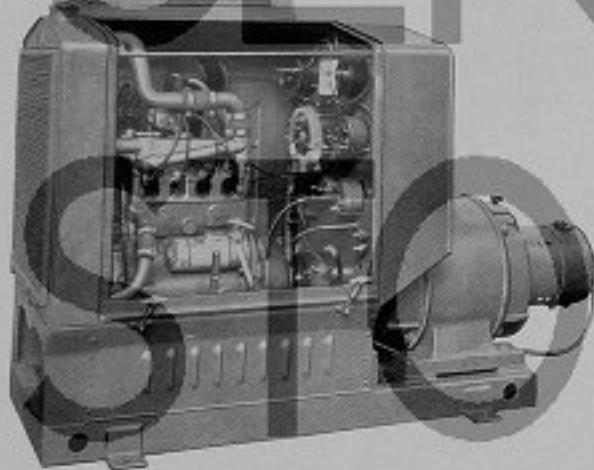
# GRUPPI ELETTROGENI E CENTRALI ELETTRICHE DI PICCOLA POTENZA

Per un lungo periodo di anni le notevoli risorse idroelettriche del nostro paese e soprattutto l'enorme tassa che ha gravato e grava tuttora sui combusti-

bustri ci hanno trovato tempo, denaro e convenienza per cominciare a stendere la tanto sospirata linea di collegamento con la rete principale.

Dal 1920 al 1945 questo stato di cose ha ridotto al minimo la produzione italiana di gruppi elettrogeni per impianti fissi, richiesti soltanto in quei casi dove non se ne poteva proprio fare a meno, e cioè nelle Colonie, nei cantieri isolati, in certe idrovore, e come emergenza nelle industrie a ciclo continuo che non ammettono arresti di sorta.

Dal 1945 in avanti la situazione è cambiata un poco per l'improvvisa carenza invernale di energia



50-348

Fig. 1 - Gruppo da 4,5 kW  
con motore della vettura FIAT 500 C.

bili liquidi usati per l'azionamento di gruppi elettrogeni, hanno ostacolato lo sviluppo delle piccole centrali a motore, centrali viceversa diffusissime anche nei paesi assai più ricchi del nostro di energia elettrica, ove esse si rendono preziose in tutti quei casi dove l'allacciamento con la rete sia troppo costoso o dove si richieda un servizio autonomo o di emergenza.

Quanti dei nostri sperduti paesi dell'Italia centro-meridionale e insulare potrebbero nel giro di pochi mesi essere dotati di luce, acqua potabile, energia motrice installando dei piccoli gruppi elettrogeni se si riuscisse a superare l'ottusa e spesso interessata mentalità di attendere e far attendere per diecine di anni che le grandi società distri-

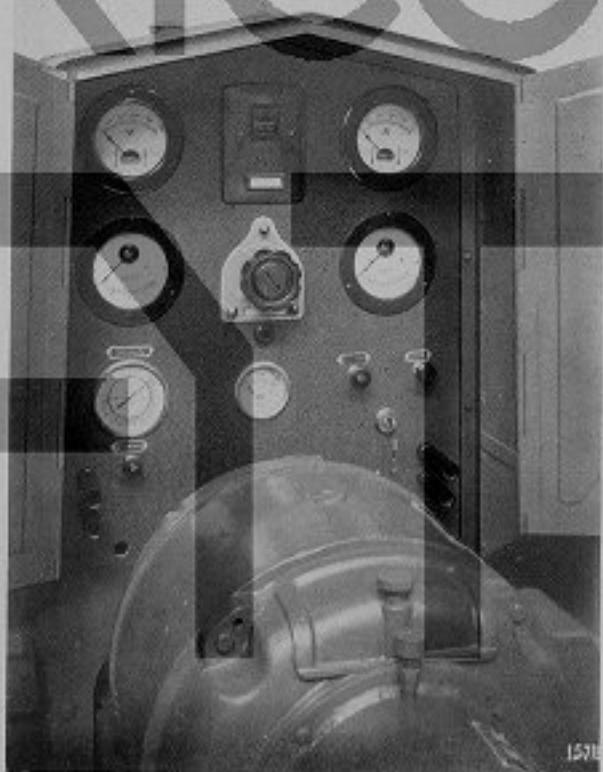


Fig. 2 - Quadro del gruppo da 4,5 kW. 50-352

elettrica, perchè sotto un tale stimolo non solo le grandi e medie industrie, ma anche le piccole hanno dovuto premunirsi, producendo in proprio una parte dell'energia necessaria.

La nostra produzione nel campo delle piccole e piccolissime potenze è stata istruita su due direttive e cioè:

a) per i gruppi sino alla potenza di 60 kW

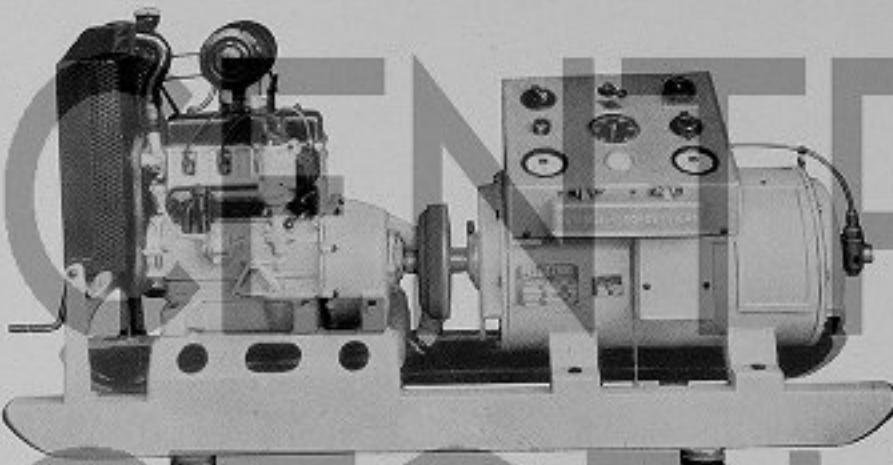


Fig. 3 - Gruppo da 12 kW con motore della vettura FIAT mod. 1100 E.

n. 344

Sono sorti così, accanto alle grandi e medie centrali a cui abbiamo già accennato in precedenza, centinaia e centinaia di piccoli gruppi, alla cui costituzione il nostro Stabilimento ha potuto far fronte nelle migliori condizioni tecniche ed economiche possibili, sia per la notevole esperienza acquisita nel campo degli impianti navali, sia per la capacità produttiva nostra e della Sezione Automobili, dalla quale provengono, come vedremo, i motori di minor potenza a benzina e a nafta.



Fig. 4 - Gruppo da 12 kW trainabile.

n. 333

applicando i motori di serie prodotti dalla nostra consorella Sezione Automobili;

b) per le potenze superiori ai 60 kW impiegando i motori di nostra normale produzione, già lungamente sperimentati nell'equivalente servizio di ausiliari di bordo.

#### A) Gruppi di potenza fino a 60 kW.

Abbiamo preferito applicare i motori di costruzione automobilistica anziché studiare dei motori ex novo per tre motivi fondamentali:

1) *Prezzo di acquisto minimo*, sia perchè i motori sono costruiti in grande e spesso grandissima serie sia perchè, essendo veloci, si prestano ad essere accoppiati direttamente a macchine elettriche di piccole dimensioni e quindi poco costose.

2) *Condotta e manutenzione alla portata di tutti* perchè, data la grande diffusione degli autoveicoli aventi gli stessi tipi di motore, è facile reperire persone più pratiche nella condotta ed è facile e comodo appoggiarsi, per la manutenzione ed i ricambi, al « Servizio Fiat » organizzato in ogni angolo della Penisola dalle Filiali e dai Concessionari Fiat.

3) *Massima sicurezza di funzionamento* trattandosi di motori riprodotti in migliaia — spesso centinaia di migliaia — di esemplari e per di più utilizzati nella formazione dei gruppi a potenze moderate rispetto alle massime.

### B) Gruppi di potenza superiore ai 60 kW.

Per la formazione di tali gruppi ci siamo naturalmente valsi dei motori e dell'esperienza acquisita nel campo degli ausiliari di bordo e quindi,

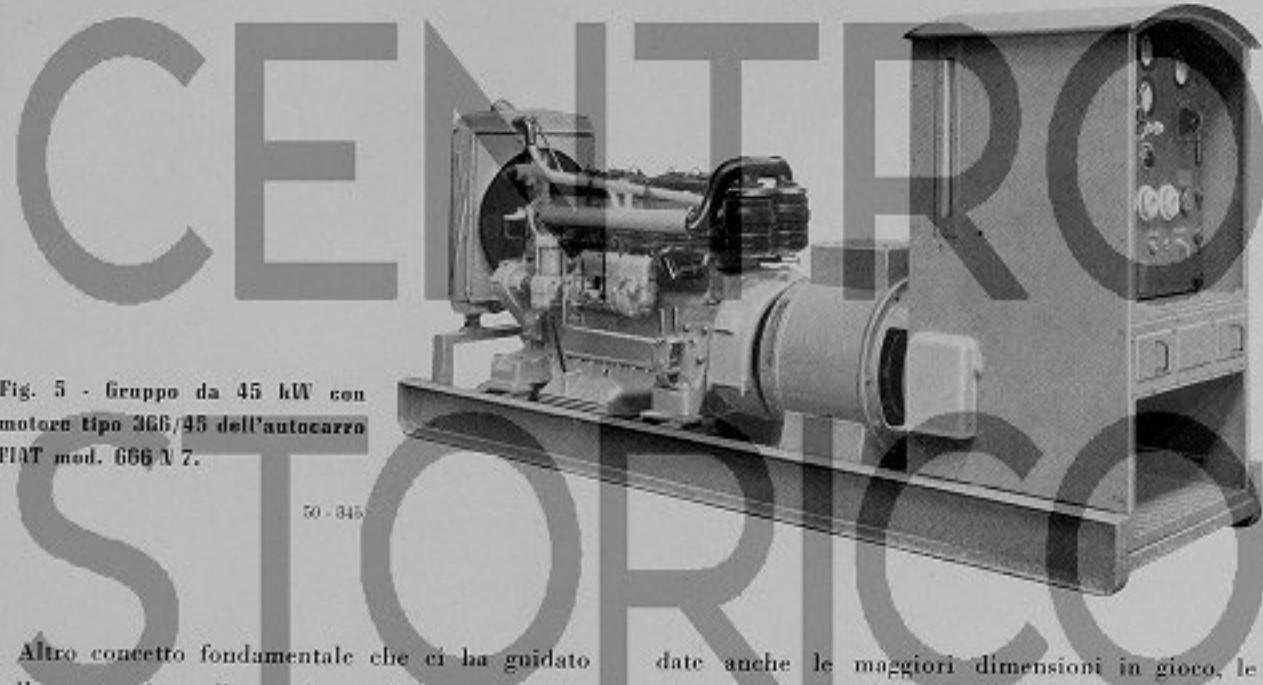


Fig. 5 - Gruppo da 45 kW con motore tipo 366/45 dell'autocarro FIAT mod. 666 17.

50-345

Altro concetto fondamentale che ci ha guidato nella costruzione di questi gruppi è stato quello di renderli completamente autonomi, sistemando su un'unica base il motore, la macchina elettrica, il radiatore e il quadro elettrico, il serbatoio della nafta e gli altri accessori.

Ciò non solo facilita il trasporto, ma evita qualsiasi spesa di sistemazione e permette di usufruire del gruppo non appena esso sia stato poggiato sul terreno e si sia provveduto al collegamento della linea alla morsettiera di uscita del quadro.

Vi sono attualmente in servizio parecchie centinaia di gruppi con un risultato ottimo: riteniamo che la soluzione prescelta, che corrisponde a quella seguita da molte Case estere costruttrici di piccoli gruppi eletrogeni, sia veramente ideale.

In questo momento abbiamo in produzione gruppi a benzina da 4,5 kW con motore Fiat tipo 500 e da 12 kW con motore Fiat tipo 1100 e a nafta da 32 kW con motore Fiat tipo 364 e da 60 kW con motore Fiat tipo 368.

date anche le maggiori dimensioni in gioco, le soluzioni costruttive, pur essendo dirette verso gli

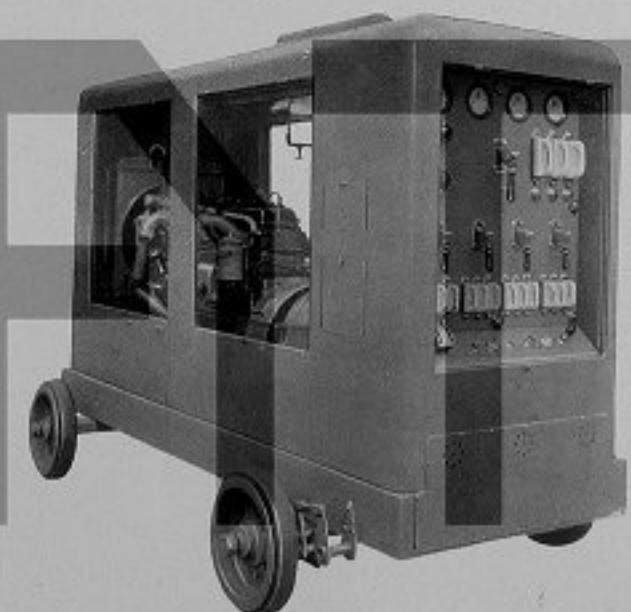


Fig. 6 - Gruppo trainabile da 60 kW con motore 368 i dell'autocarro FIAT mod. 680 N.

50-346

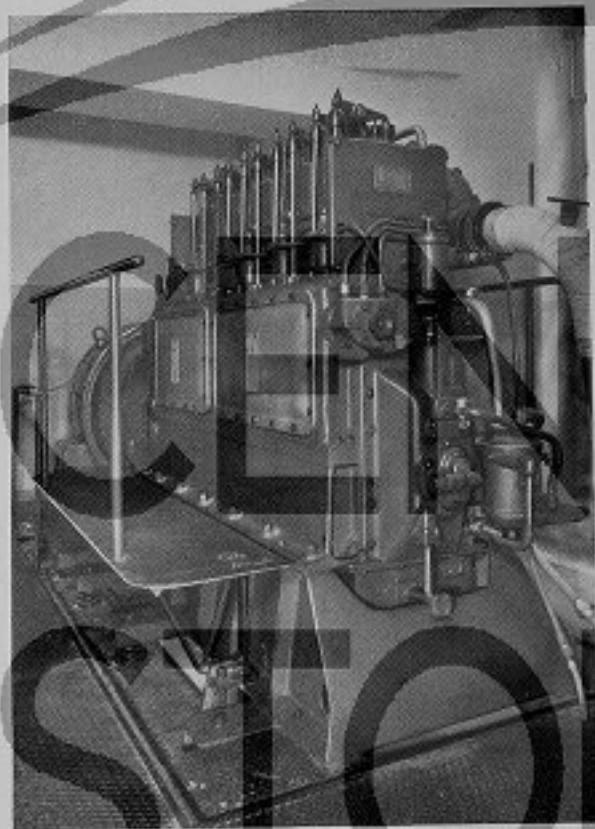


Fig. 6 - Gruppo elettrogeno da 85 kW 50-367 sistemato presso la Banca Nazionale del Lavoro - Roma.

stessi scopi di economia iniziale nelle spese di impianto e di economia e sicurezza nell'esercizio, sono in parte differenti da quelle adottate nel caso precedente.

Tali motivi sono stati i seguenti:

a) *Impiego di motori che dessero la massima garanzia di sicurezza di durata e di economia nell'esercizio e nella manutenzione.* — Per questo si sono scelti motori a 2 e a 4 tempi relativamente lenti e pesanti, semplici, di facile condotta e manutenzione e per di più atti a bruciare combustibili pesanti.

b) *Sistemazione stabile su un blocco murario di fondazione* perché date le dimensioni dei motori e delle macchine elettriche, questo tipo di appoggio è migliore agli effetti della costanza di allineamento dell'ancoraggio e della mancanza di

vibrazioni, a quelle con sottobase semplicemente posata sul terreno e per giunta nella maggioranza dei casi risulta essere più economico. Solo quando era necessario ottenere un perfetto isolamento dei locali da qualsiasi vibrazione, si è ricorso a sottobasi fornite di appoggi elastici (a molle o blocchi di gomma).

c) *Accoppiamento diretto con la macchina elettrica* tutte le volte che ciò è stato possibile onde semplificare l'impianto.

Si è inoltre cercato di dare la preferenza alle macchine elettriche con due supporti, in modo da interporre un giunto elastico tale da eliminare eventuali disturbi di allineamento o torsionali.

In ogni impianto, sia con trasmissione diretta, che indiretta a mezzo di cingoli o di ruoteggi, sono state calcolate già in sede di progetto le condizioni torsionali e successiva-



Fig. 7 - Gruppo elettrogeno da 140 kW 50-385 sistemato presso lo stabilimento Dell'Orto di Milano.



Fig. 9 - Gruppo elettrogeno da 270 kW del lanificio Sella a Vallemosso.

50 - 340

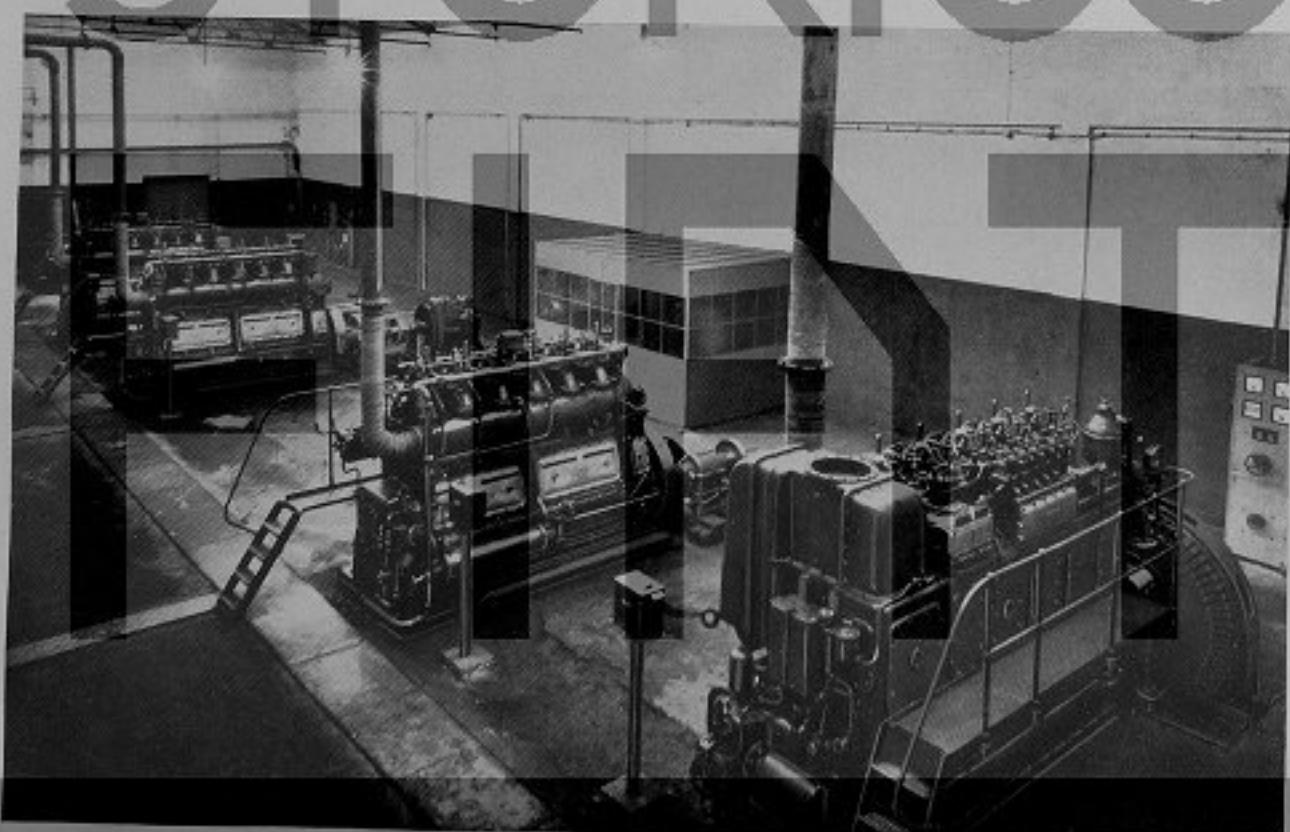


Fig. 10 - Centrale della Magneti Marelli costituito da un gruppo di 270 kW o da tre gruppi di 200 kW ciascuno.

50 - 351

mente, a gruppo montato, sono stati eseguiti rilievi torosiografici in modo da essere al riparo da ogni sorpresa.

d) *Raffreddamento diretto* solo quando la durezza dell'acqua è molto bassa. Negli altri casi si è preferito ricorrere al raffreddamento in circuito chiuso, mediante refrigeranti ad aria o scambiatori di calore, eliminando così in modo radicale ogni disturbo alle camicie (e di riflesso agli stantuffi) dovuto alla formazione di croste calcaree o ad eccessive corrosioni.

e) *Ricupero di una parte del calore contenuto nell'acqua di raffreddamento e nei gas di scarico*, calore che, dato l'impiego invernale dei

gruppi, trova facile impiego nel riscaldamento dei locali.

I motori prescelti per questi servizi, gli stessi degli ausiliari di bordo, sono del tipo a 4 tempi, con diametro di 180 e 250 mm e a 2 tempi del diametro 260 mm. Essi danno rispettivamente una potenza normale continuativa di 28 - 57 e 80 HP per cilindro, alle velocità di 750 - 500 e 330 giri/l'.

Ci dispensiamo qui dal descriverli avendone già parlato altre volte: le fotografie unite, una per ogni tipo, sono esempi scelti a caso tra i moltissimi impianti eseguiti, salvo l'ultima che si riferisce alle linee di montaggio dei gruppi di minor potenza.



Fig. 11 - Linea di montaggio dei gruppi da 45 kW.

50 - 350

# CENTRO STORICO **FIAT**

Tipografia BUTTO, ALESSIO & C. - Via Biblioteca, 2 - Telefono 1-20 - CASALE MONF. - NOVEMBRE 1960

# CENTRO STORICO



Il varo del transatlantico "Giulio Cesare": questa M/n e la gemella "Augustus" (25.000 T. - 27.000 HP/asse - 21 nodi)