

Apparati motori di grande potenza per navi da carico

C. D. 621.435 - 621.123.4

La velocità delle navi mercantili è aumentata nel tempo seguendo il progresso tecnico degli scafi e delle macchine. In particolare ogni perfezionamento delle macchine, diretto a raggiungere maggiori potenze, minori pesi, minor consumo di combustibile, maggior praticità e sicurezza di esercizio, è stato subito sfruttato con un aumento nelle velocità medie e massime delle navi.

Per chi voglia avere una idea approssimativa di tale evoluzione, e delle cause che la hanno prodotta abbiamo compilato la tabella a pag. 2, dalla quale si può dedurre che oggi si può avere a pari autonomia un apparato motore Diesel della potenza di ca. 7.000 HP con un peso complessivo di macchine e combustibile pari a quello occorrente nel 1920 per un apparato a vapore da 2.000 HP, e con un ingombro eguale o minore.

Cosicchè la velocità di 10 nodi, che era nel 1920 la massima economicamente realizzabile, può essere oggi portata, a pari percentuale di peso e volume dedicato al carico pagante, a circa 15 nodi.

In seguito a queste possibilità tecniche, la nave da 10.000 t a 10 nodi sarebbe oggi praticamente scomparsa, se le necessità di guerra non avessero portato alla costruzione delle navi « Liberty », seguite però, non appena è stato possibile, già nel programma di guerra americano, dalle « Victory » e dalle cisterne « T 2 » della velocità normale di ca. 14 nodi.

Nelle idee degli armatori privati oggi la velocità minima di una nave da carico di nuova costruzione destinata a carico povero è sui 12 nodi; mentre la velocità massima nel caso di usi e rotte speciali si aggira sui 18 ÷ 20 nodi e ricade perciò nel campo delle velocità delle navi da passeggeri.

Poichè apparati motori dell'ordine di grandezza di 6 ÷ 7.000 HP sono oggi da considerarsi normali per navi da carico di qualità e potenze di 12 ÷ 13.000 HP vengono impiegate con crescente estensione, l'Institute of Marine Engineers di Londra, seguendo le buone tradizioni di molte Società straniere, ha indetto nell'autunno dello scorso anno un Symposium o riunione tecnica nella quale sono state esposte e discusse le possibilità tecniche e le caratteristiche di apparati motori di tali potenze destinati a navi da carico veloci.

È stato posto come tema di esame e discussione la costruzione di apparati motori rispettivamente della potenza di 7.500 e 13.000 HP effettivi, in tutte le possibili varianti oggi ottenibili dai costruttori di macchine.

Sono stati presentati e discussi progetti di apparati motori dei seguenti tipi:

a) apparati motori a vapore con riduttori ad ingranaggi, ad una sola elica sia per i 7.500 che i 13.000 HP di potenza.

b) apparati motori a combustione interna direttamente accoppiati, ad una sola elica per 7.500 HP e a due eliche per 13.000 HP.

c) apparati motori a combustione interna accoppiati alle eliche mediante riduttori, in diverse varianti.

d) apparati motori a propulsione elettrica con gruppi generatori azionati da motori a combustione interna.

e) apparati motori a propulsione elettrica con gruppi generatori azionati da turbine a vapore.

PERIODO	Velo- cità della Nave	APPARATI MOTORI			COMBUSTIBILE		PESO per CAVALLO (Apparato Motore combustibile acqua, olio, ecc. per 30 giorni di autonomia) Kg.		
		Potenze di più comune impiego HP	TIPI DI PIÙ COMUNE IMPIEGO	MOTRICE	QUALITÀ	Consumo per HP/Asse grammi/ora		Vapore	Diesel
						Vapore	Diesel		
1900÷1920	8÷10	1000÷2000	Macchine a vapore alterna- tive con caldaie a tubi di fumo.	Alternativa	Carbone	1000		890	
1920÷1925	10÷11	2000÷3000	Accanto alle macchine alter- native nel campo del va- pore si sviluppa la turbina accoppiata alle eliche me- diante riduttori. Dopo i primi tentativi spe- rimentali comincia l'im- piego dei motori a combu- stione.	Turbina	Carbone	750		640	
				Diesel (In. pneumat.)	Nafta Diesel		200		340
1925÷1930	12÷13	3000÷4000	Cresce l'impiego delle tur- bine ed ancor più quello dei motori, la cui potenza aumenta in modo notevole.	Turbina	Carbone	600		520	
				Turbina	Nafta da cal.	450		410	
				Diesel (In. pneumat.)	Nafta Diesel		180		310
1930÷1940	13÷15	4000÷6000	Nel campo del vapore viene iniziato ed esteso l'uso di caldaie a tubi d'acqua a combustione di nafta e l'im- piego di più alte pressioni. Nel campo dei motori a combustione si introduce la iniezione diretta e il mo- tore a doppio effetto, con possibilità di raggiungere potenze massime molto ele- vate.	Turbina	Nafta da cal.	350		340	
				Diesel (In. diretta)	Nafta Diesel		170		280
1940÷1950	13÷18	4000÷12000	Le necessità della guerra portano accanto ad ecce- zionale impiego di apparati a vapore alternativi per po- tenze moderate (navi Li- berty), ad un largo uso di apparati a vapore potenti con turbine e caldaie leg- gere (Victory, T 2). I motori a combustione pro- cedono nel campo delle maggiori potenze e si estende per essi l'uso della nafta da caldaie. Nel dopoguerra notevole ten- denza all'uso di potenze eccezionali (12÷13000 HP)	Turbina	Nafta da cal.	280÷240		300÷250	
				Diesel (In. diretta)	Nafta Diesel		160		270÷240
					Nafta da cal.		170		

Tabella N. 1

f) apparati motori azionati da turbine a gas.

Rimandiamo i lettori, che desiderassero una completa documentazione sulle memorie presentate e sulle discussioni intervenute, al numero di gennaio 1948 del « Transaction of the Institute of Marine Engineers », interamente dedicato a questo argomento; ci limitiamo qui ad accennare che la maggior parte degli apparati motori proposti derivano da costruzioni già eseguite o in corso di costruzione presso fabbriche inglesi, salvo per le turbine a gas dove si resta nel teorico perchè non si hanno ancora vere realizzazioni pratiche nel campo della marina mercantile.

A questo stesso concetto, di restare cioè nel campo delle costruzioni già realmente eseguite, ci siamo attenuti pure noi, nei progetti che ci accingiamo ad illustrare, progetti che corrispondono ai temi del Symposium e che al Symposium stesso avremmo presentato, se ne avessimo avuto l'occasione.

Seguiremo nel nostro esposto la disposizione della materia dei resoconti già citati, abbreviando quanto si riferisce ad accessori di impianto, ausiliari e tubolatura, comuni a qualsiasi tipo di motore e per i quali non abbiamo nulla di speciale da aggiungere, e limitandoci a dare una breve descrizione dei nostri motori, per quelle parti che sono di essi più caratteristiche.

I temi da noi proposti possono essere risolti in tutte le varianti nelle quali può intervenire il motore a combustione e cioè o mediante motori lenti direttamente accoppiati sull'elica, o mediante motori relativamente veloci accoppiati all'elica attraverso riduttori, o infine mediante apparati motori a trasmissione elettrica.

Esamineremo separatamente le varie soluzioni dando particolare importanza a quella che ancora oggi sembra la più conveniente, sia dal punto di vista tecnico, sia dal punto di vista economico e cioè la soluzione con motori lenti direttamente accoppiati alle eliche.

Apparati con motori lenti direttamente accoppiati alle eliche

Per una potenza unitaria di 7.500 HP effettivi possiamo proporre due alternative, rispettivamente con motori a doppio e semplice effetto.

Per quanto per simile potenza l'uso di motori a doppio effetto sia da noi ritenuto più conveniente, abbiamo presentato anche la soluzione a semplice effetto perchè in questi ultimi tempi si nota una certa preferenza, a nostro avviso ingiustificata, a favore del semplice effetto. In realtà sono stati messi in servizio da costruttori stranieri alcuni tipi di motori a doppio effetto indubbiamente ingegnosi, ma eccessivamente complicati e forse di troppo difficile manutenzione, cosicchè molti armatori hanno esteso a tutti i motori a doppio effetto e anche a quelli di costruzione semplice ed elementare, quel giudizio che poteva essere forse giustificato per alcune singole e ben determinate costruzioni.

a) *Motore a doppio effetto.* - Il motore a doppio effetto del tipo normale da noi costruito ed adatto per gli apparati motori in questione è rappresentato nella fig. 1.

Ogni cilindro di 680 mm di diametro e 1200 mm

di corsa dello stantuffo, sviluppa la potenza effettiva continua di ca. 1070 HP alla velocità di 125 giri/l', azionando direttamente le proprie pompe per l'aria di lavaggio. Questa prestazione corrisponde ad una pressione media effettiva di 4,85 Kg/cm² e ad una velocità di stantuffo di 5 m/sec ed è quella che il motore può sviluppare continuamente con scarico invisibile, temperatura di scarico moderata e non superiore ai 300° C.

La potenza alle prove, aumentando la velocità in relazione alle caratteristiche delle eliche, può raggiungere senza difficoltà i 1400 HP per cilindro a circa 138 giri/l' con pressione media di 5,7 Kg/cm² e velocità di stantuffo di 5,5 m/sec.

Notiamo fra le caratteristiche principali di questo motore a doppio effetto:

— ossatura del motore costituita da basamento, montanti e cilindri, collegati fra di loro longitudinalmente da giunti a flangia e verticalmente da tiranti che uniscono il fondo del basamento al piano superiore dei cilindri.

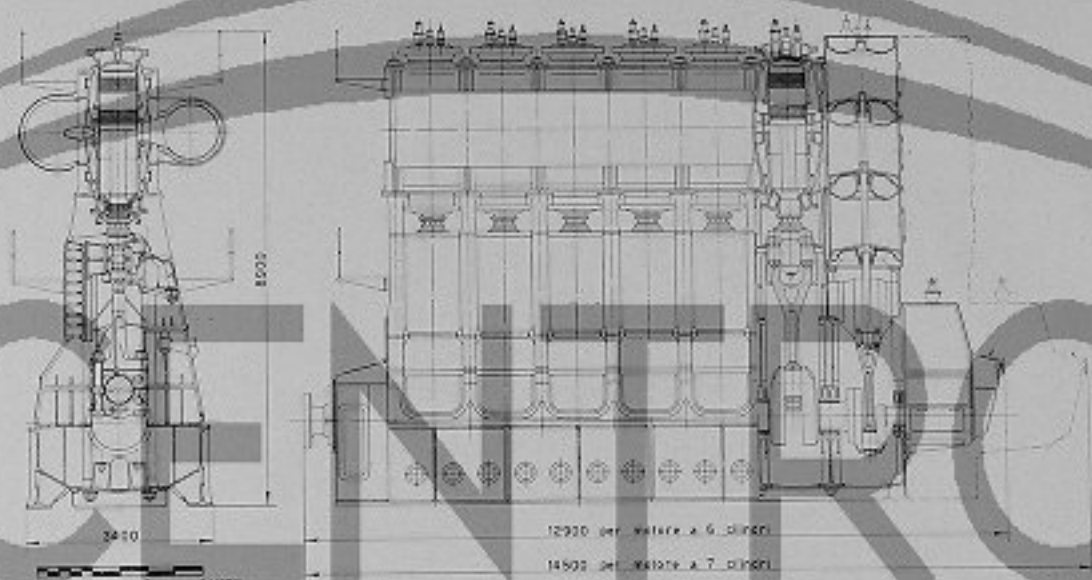


Fig. 1 - Sezione trasversale e longitudinale del motore a doppio effetto con cilindri di $\varnothing$ 680 mm

basamento e montanti di ghisa o di acciaio saldato; il basamento è di solito disegnato per appoggio sul doppio fondo, e porta incorporata la sede del cuscinetto reggispira della linea d'asse e quella del viratore,

— albero a gomiti, cuscinetti di banco, bielle, teste a croce corrispondono alle ordinarie specifiche. L'albero a gomiti è semi composto senza fori di lubrificazione e può essere smontato e sostituito senza sollevare i montanti, ma togliendo da questi soltanto le zampe posteriori, appositamente separabili,

— cilindri e stantuffi riproducono duplicata, con le minime varianti possibili, la costruzione del motore a semplice effetto. L'appoggio dell'asta dello stantuffo sulla testa a croce è conico, con un solo dado dalla parte inferiore. L'asta è rivestita da una camicia di acciaio cromata, che forma intercapedine per l'olio di raffreddamento. Semplicissimo è il dispositivo a ginocchiera che introduce e scarica l'olio dello stantuffo. Testate di cilindro e stantuffo sono di acciaio, di acciaio sono pure le estremità della camicia del cilindro con rivestimento interno di ghisa dura speciale. Uno stantuffo a bordo può essere smontato ed ispezionato entro due ore dall'arresto del motore,

— aria di lavaggio prodotta da una pompa a stantuffi azionata dall'albero motore a prua dei cilindri motori, ed introdotta nei cilindri a mezzo di

feritoie, di cui una parte è provvista di valvole di ritenuta,

— iniezione del combustibile a mezzo di pompe azionate da camme disposte su un prolungamento dell'albero motore, ovvero a scelta del cliente, a mezzo di pompe azionate automaticamente dalla compressione dei cilindri motori,

— posto di manovra in testa al motore,

— lubrificazione dei cilindri mediante pompette a comando idraulico,

— raffreddamento cilindri con acqua dolce, stantuffi con olio,

— pompe di circolazione acqua ed olio a comando indipendente.

b) *Motore a semplice effetto.* - In questo caso disponiamo di un cilindro di 750 mm di diametro e 1320 mm di corsa, costruito come rappresentato nella fig. 2.

Con questo cilindro possono ottenersi circa 830 HP continui effettivi alla velocità di 125 giri/l', con una pressione media effettiva di 5,1 Kg/cm² e una velocità di stantuffo di 5,5 m/sec, temperatura di scarico non superiore ai 300° C. La potenza massima è di circa 1.100 HP per cilindro a velocità di ca. 138 giri/l', corrispondente a pressione media di 6,15 Kg/cm² e velocità di stantuffo di 6,05 m/sec.

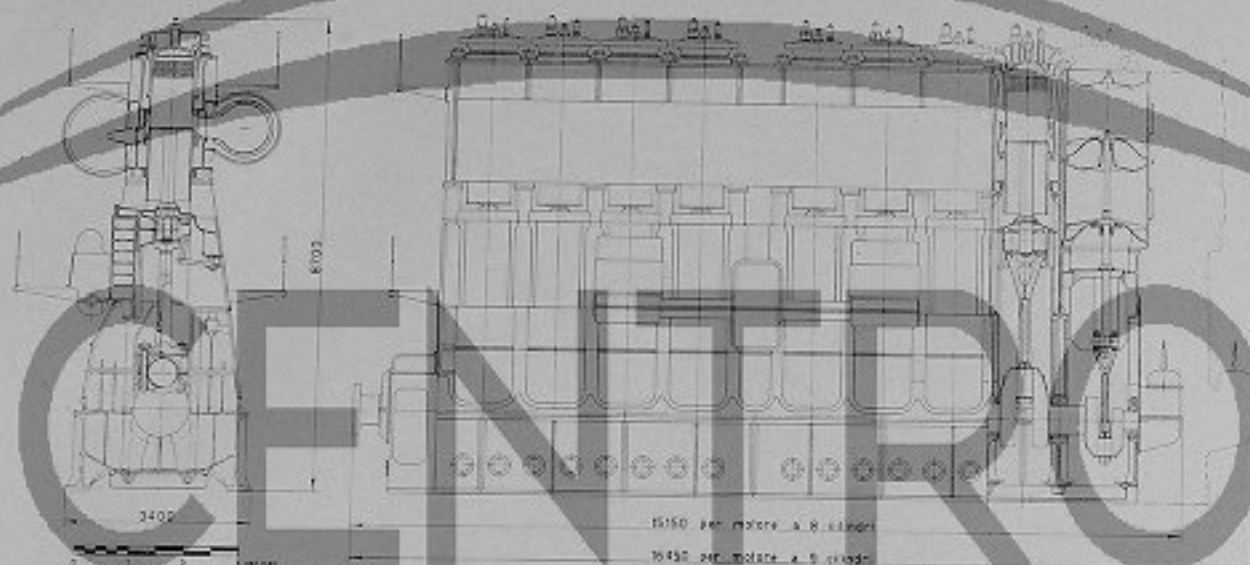


Fig. 2 - Sezione trasversale e longitudinale del motore a semplice effetto con cilindri di $\varnothing$ 750 mm

Le caratteristiche costruttive principali di questo motore a semplice effetto sono:

- struttura generale simile a quella già descritta per il motore a doppio effetto,
- albero a gomiti in due parti flangiate al centro, data la notevole lunghezza, possibilità di smontaggio dell'albero senza sollevare i montanti,
- ponte di divisione fra camera delle manovelle e cilindro e conseguente isolamento della parte termica dalla parte meccanica del motore,
- pompa aria a proravia dei cilindri motori,
- pompe combustibile di fianco al motore, comandate da ruote in corrispondenza della giunta centrale dei due tronchi di albero a gomito (questa disposizione viene usata nei motori a molti cilindri, per non aumentarne la lunghezza) ovvero pompe automatiche comandate dalla compressione dei cilindri,
- posto di manovra in testa o laterale,
- raffreddamento e lubrificazione come sul motore a doppio effetto.

Apparato motore da 7.500 HP

Motori principali. - Impiegando i due tipi di cilindri a doppio e a semplice effetto, proponiamo le seguenti due varianti:

a) motore a doppio effetto (fig. 1). La potenza di 7.500 HP sull'asse viene ottenuta con

7 cilindri di 680 mm di diametro e 1200 mm di corsa, alla velocità di 125 giri/l' ca.; pressione media di 4,85 Kg/cm² e velocità di stantuffo di 5 m/sec; potenza massima alle prove circa 10.000 HP. L'ordine di accensione (14 accensioni egualmente distanziate per ogni giro) dà luogo a momento torcente uniforme, il bilanciamento è ottimo, restando libere soltanto forze e momenti di entità trascurabile.

b) Motore a semplice effetto. - La potenza di 7500 HP viene ottenuta con 9 cilindri di 750 mm di diametro e 1320 mm di corsa, alla velocità di 125 giri/l'; pressione media di 5,1 Kg/cm² e velocità di stantuffo di 5,5 m/sec; la potenza alle prove è di circa 10.000 HP. Momento torcente regolare, con 9 accensioni per giro e bilanciamento buono.

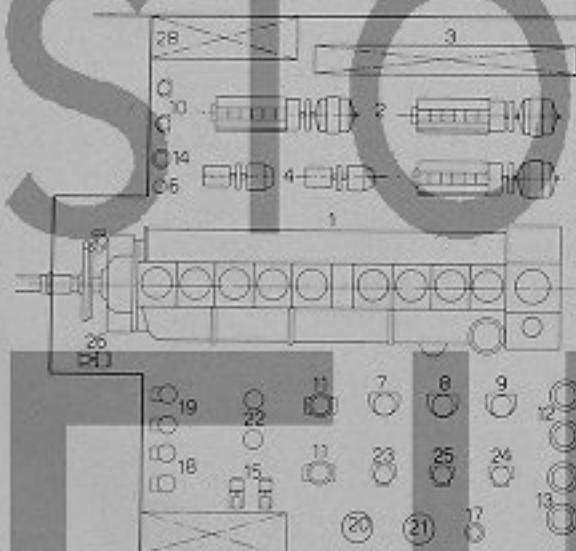
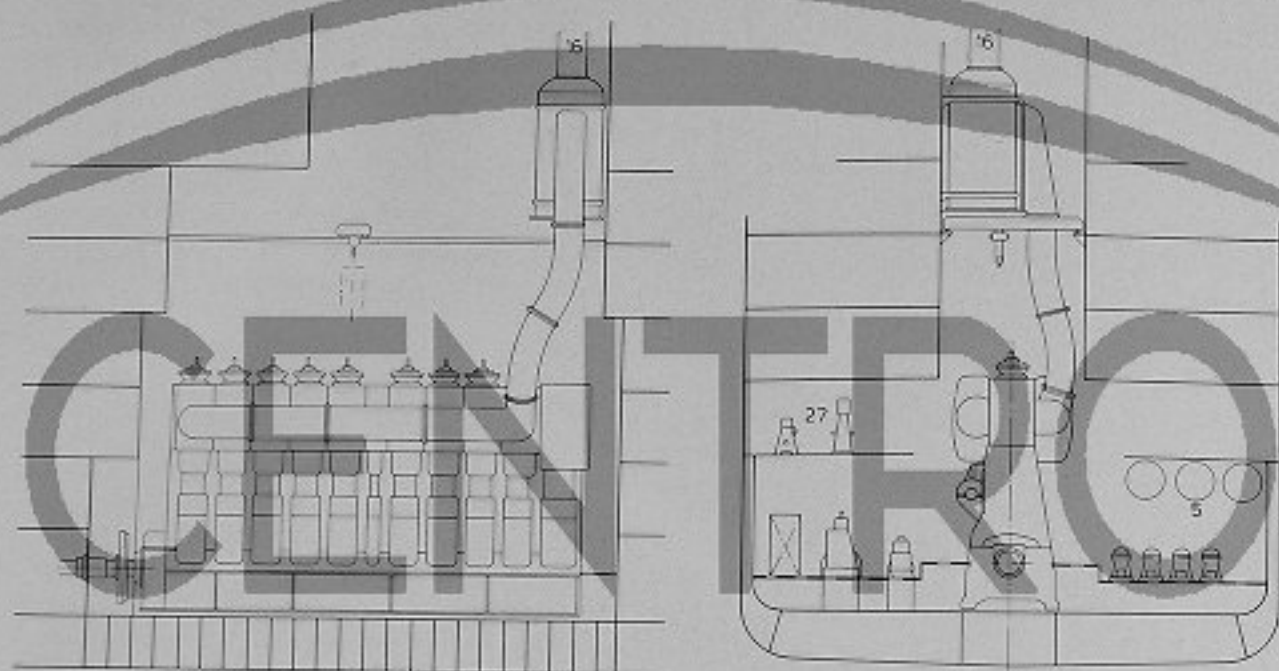
Disposizione macchinario ed ausiliari. - Le specifiche degli ausiliari previsti per questi apparati motori sono riportate a pagg. 6-7 accanto ai disegni rappresentanti la disposizione del macchinario (fig. 3-4).

Abbiamo conservato per i gruppi elettrogeni la stessa potenza complessiva prevista nella memoria Pounder presentata al Symposium, essendo da questo lato le specifiche degli armatori quasi normalizzate.

Solo sugli apparecchi di depurazione del combustibile e relativi accessori il nostro impianto è più ricco, dato che prevediamo per i nostri motori l'uso della nafta da caldaie, fino al Bunker



Fig. 3 - Appareato da 2.500 HP con motore lento a doppio effetto - Disegno e specifica



- 1 - Motore di propulsione . . . 1 da 7.500 HP
- 2 - Gruppi elettrogeni . . . 3 da 300 kW
- 3 - Quadro elettrico . . . 1
- 4 - Elettrocompressori . . . 2 da 340 m³/h
- 5 - Bombola aria avv. mot. princ. 3 da 9.000 dm³
- 6 - Bombola aria avv. mot. ausil. 1 da 180 dm³
- 7 - Pompa acqua salata mot. princ. 1 da 350 m³/h
- 8 - Pompa acqua dolce mot. princ. 1 da 350 m³/h
- 9 - Pompa acqua riserva mot. princ. 1 da 350 m³/h
- 10 - Pompe acqua mot. ausil. . . 2 da 70 m³/h

- 11 - Pompe olio mot. princip. . . 2 da 300 m³/h
- 12 - Refrigeranti olio mot. princ. . 2 da 120 m³
- 13 - Refrigeranti acqua mot. princ. 2 da 120 m³
- 14 - Refrigerante acqua mot. ausil. 1 da 50 m³
- 15 - Pompe alimentazione nafta . . 2 da 4,5 m³/h
- 16 - Caldaia . . . 1 mista
- 17 - Condensatore ausiliario . . . 1 da 15 m²
- 18 - Depuratori nafta . . . 2 da 4.500 dm³/h
- 19 - Depuratori olio . . . 2 da 1.000 dm³/h
- 20 - Evaporatore . . . 1 da 7.000 l/giorno
- 21 - Distillatore . . . 1 da 7.000 l/giorno
- 22 - Pompe travaso nafta . . . 2 da 25 m³/h
- 23 - Pompa sentina . . . 1 da 100 m³/h
- 24 - Pompa zavorra . . . 1 da 150 m³/h
- 25 - Pompa igiene e servizi gener. 1 da 40 m³/h
- 26 - Pompa acqua potabile . . . 1 da 10 m³/h
- 27 - Officina . . . 1
- 28 - Casse nafta . . . 2 da 20 m³
- Ventilatori . . . 3
- Gruppo motodinamo compres-
sore di emergenza . . . 1 da 15 kW
- Filtro olio . . . 1 da 500 m³/h
- Pompe alimentazione caldaia . . 2 da 2.000 Kg/h

Fig. 4 - Appareto da 7.500 HP con motore lento a semplice effetto - Disegno e specifica

oil C., il quale richiede una maggior depurazione rispetto ai Diesel Oil richiesti finora dai costruttori inglesi.

Per produrre il vapore necessario ai servizi di bordo abbiamo previsto una calderina mista, riscaldata alternativamente dai gas di scarico o da apposito bruciatore.

In navigazione normale prevediamo una produzione di vapore per mezzo dei gas di scarico pari a circa 1500 Kg/ora a pressione di circa 7 Kg/cm².

Peso. - Il peso del motore principale a doppio effetto, costruzione normale totalmente di ghisa e completa di reggispinta e volano è previsto in 436 t; lo stesso motore, con basamento e montanti di acciaio saldato, pesa invece circa 400 t. Il motore a semplice effetto pesa 515 t nella versione normale e 470 t nella versione alleggerita.

I nostri motori in esecuzione normale pesano da 75 a 100 t meno di quelli in edizione alleggerita presentati al Symposium.

Riuniamo nella tabella seguente i pesi complessivi degli apparati motori; anche per gli ausiliari troviamo pesi un po' inferiori a quelli calcolati nella già citata memoria Pounder.

	Motori D. E.	Motori S. E.
— Motore principale, costruzione normale in ghisa	t 436	515
— Ricambi	t 22	21
— Linea d'asse di 35 mt con elica e elica di riserva	t 115	115
— Ausiliari secondo specifica	t 160	160
— Tubolature, scale, grigliati e accessori vari	t 170	170
— Acqua e olio nel motore, tubazioni e casse	t 31	32
— Totale	t 934	1013

Questi pesi si riducono di ca. 4% adottando la costruzione saldata; in ogni caso sono inferiori dal 5% al 10% rispetto a quelli dei corrispondenti apparati motori descritti nel Symposium.

Ingombro. — Ecco le dimensioni principali dei motori e del locale macchina:

	Motori D. E.	Motori S. E.
— lunghezza motore	mm 14.500	16.450
— altezza motore	mm 8.900	8.700
— altezza per smontaggio diritto	mm 12.400	12.080
stantuffi inclinato	mm 11.080	10.700
— lunghezza lo- sotto ponte princ.	mm 15.000	18.400
cale macch. sopra ponte princ.	mm 13.400	16.800
— larghezza cofano	mm 6.200	6.200

I nostri motori sono più corti e richiedono una lunghezza del locale ridotta del 20% circa per i motori a doppio effetto e del 14% circa per i motori a semplice effetto rispetto a quanto prospettato per i motori considerati nel Symposium.

Consumo di combustibile e olio. — Prevediamo un consumo di combustibile, in base a consumo unitario di 160 ÷ 165 grammi per HP e per ora, pari a 29 ÷ 30 t di nafta normale per 24 ore.

Usando nafta da caldaia il consumo sale del 7 ÷ 8% per effetto del minor potere calorifico e della più lenta combustione, salendo quindi a 31 ÷ 32 t per 24 ore.

A questo dovrà aggiungersi fino a ca. 3 t giornaliere per il servizio degli ausiliari.

Il consumo da noi previsto è circa uguale, con nafta normale, a quello esposto dall'autore inglese (33 t/giorno compresi ausiliari).

Anche il consumo dell'olio è uguale a quello e può valutarsi in 150 ÷ 180 Kg per 24 ore per il motore principale, più 30 ÷ 40 Kg al giorno per gli ausiliari.

Apparato motore da 13.000 HP.

Motori principali. Per quanto la potenza di 13.000 HP su una sola elica sia ancora nei limiti di una ragionevole costruzione nel campo del motore Diesel, tanto che numerosi motori di tale potenza sono stati da noi stessi eseguiti, riteniamo conveniente, per una migliore disposizione del macchinario dividere su due eliche la potenza totale, tanto più che, data la notevole velocità che un simile apparato imprime alla nave, non vi è sensibile differenza nel rendimento propulsivo.

Anche in questo caso, impiegando gli stessi cilindri prima descritti, possiamo proporre le due varianti, a doppio e a semplice effetto.

a) **Motori a doppio effetto** (fig. 1). — La potenza di 6.500 HP, per asse viene ottenuta con 6 cilindri di 680 mm di diametro e 1200 mm di corsa alla velocità di ca. 125 giri circa. Pressione media di 4,9 Kg/cm² e velocità di stantuffo di 5 m/1", praticamente uguali a quelli dell'apparato motore da 7.500 HP; potenza massima alle prove con due eliche circa 17.000 HP.

Costruzione analoga a quella precedentemente descritta, momento torcente meno regolare, con 6 accensioni doppie per giro, bilanciamento buono.

b) **Motori a semplice effetto** (fig. 2). — La potenza di 6.500 HP per asse viene ottenuta con

8 cilindri di 750 mm di diametro e 1320 mm di corsa, alla velocità di 123 giri ca., pressione media effettiva di 5,1 Kg/cm² e velocità di stantuffo pari a 5,4 m/sec, lievemente ridotta questa rispetto all'apparato motore da 7.500 HP.

Potenza massima alle prove con due eliche circa 17.000 HP; costruzione identica a quella descritta per il motore a 9 cilindri — momento torcente buono con 8 accensioni per giro — bilanciamento buono.

Disposizioni macchinari e ausiliari. — Disposizione del locale macchina e distinta degli ausiliari per i due casi di apparato motore nelle fig. 5 e 6 con le stesse considerazioni fatte prima. In confronto a quanto proposto nelle specifiche inglesi, abbiamo conservato per i gruppi elettrogeni la potenza di 300 kW del precedente apparato, anziché aumentarla a 330 kW, ritenendo che tale minore potenza sia largamente sufficiente.

Sono state previste due calderine miste; la produzione di vapore prevedibile con gas di scarico è complessivamente di circa 2600 Kg/ora a pressione di circa 7 Kg/cm².

Peso. — Ogni motore a doppio effetto, costruzione normale in ghisa pesa 390 t. Nella costruzione alleggerita pesa 360 t circa.

Ogni motore a semplice effetto, costruzione normale pesa 465 t, costruzione alleggerita t 425 ca. Anche in questo caso i nostri motori di costruzione normale pesano ca. il 20 % meno dei motori in costruzione alleggerita descritta nel Symposium.

Peso complessivo dell'apparato motore:

	Motore D. E.	Motore S. E.
— Motori principali costruzione normale in ghisa	t 780	930
— Ricambi	t 30	29
— Linee d'assi	t 200	200
— Ausiliari secondo specifica	t 220	220
— Tubolature, scale e grigliati, accessori	t 270	270
— Acqua e olio dei motori tubazioni e casse	t 53	53
— Totale	t 1553	1702

Questi pesi vengono ridotti di circa il 4 % nel caso di impiego dei motori di costruzione alleggerita, e sono in ogni caso inferiori, fino al 9 %, a quelli degli apparati proposti al Symposium.

Ingombro. — Ecco le dimensioni principali dei motori e del locale di macchina.

	Motore D. E.	Motore S. E.
— lunghezza motore	mm 12.900	15.150
— altezza motore	mm 8.900	8.700
— altezza per smontaggio stantuffi diverti inclini	mm 12.400	12.080
— lunghezza locale macchina sottoponte principale	mm 16.000	18.000
— larghezza cofano sopraponte principale	mm 11.000	15.000
— larghezza cofano	mm 7.700	7.700

I nostri motori sono anche questa volta più corti, e richiedono una lunghezza del locale ridotta del 15 ÷ 20 % rispetto a quella richiesta per i motori inglesi.

Consumo di combustibile e olio. — Prevediamo con nafta normale un consumo giornaliero di 51 ÷ 52 t e con nafta da caldaie un consumo giornaliero di 54 ÷ 55 t per i motori principali. Gli ausiliari richiedono circa 4 t/giorno.

Il consumo di olio è previsto sui 260 ÷ 300 Kg per giorno per i motori principali, a cui sarà da aggiungere 40 ÷ 50 Kg al giorno per gli ausiliari.

Nella memoria del Sig. Pounder, che nel Symposium è il paladino dei motori a combustione di fronte agli altri tipi di macchina si rivela una certa preoccupazione per il costo dei ricambi e specialmente per il costo dei lavori di manutenzione da eseguire nei porti per mantenere in efficienza i motori.

Si avanzano inoltre dubbi sulla reale possibilità di bruciare nafta da caldaie, e si giustificano alcuni casi di incendio nei serbatoi di lavaggio che si ritengono propri di tutti i motori a due tempi.

Diamo atto della onestà del Sig. Pounder, ma riteniamo che i giudizi che egli esprime si riferiscano a un determinato tipo di motore, che gli è familiare, e che appunto per le sue particolari caratteristiche costruttive si presta alle critiche che egli stesso fa. Infatti in base alla nostra lunga esperienza non solo di costruttori, ma di imprenditori dei servizi di manutenzione sulle navi fornite di nostri motori, possiamo dire che, nel caso nostro, non abbiamo mai avuta una eccessiva preoccupazione delle spese di manutenzione, perché queste spese sono essenzialmente una funzione della qualità dei materiali impiegati e del disegno della macchina. Noi cerchiamo di raggiungere nel disegno e nella costruzione dei nostri motori la massima durata di ogni singolo pezzo e la massima semplicità nei lavori di manutenzione e



Fig. 5 - Apparatto da 13.000 HP con motori lenti a doppio effetto - Disegno e specifica



Fig. 6 - Appareto da 13.000 HP con motori lenti a semplice effetto - Disegno e specifica

smontaggio: a titolo di esempio nel caso più difficile di motori a doppio effetto, la sostituzione di uno stantuffo con uno di ricambio richiede a bordo non più di 6 ore, la sostituzione di una camicia si fa in 10 ÷ 12 ore.

È certo che alcuni dei motori descritti sul Symposium richiedono un tempo enormemente maggiore per le stesse operazioni.

Circa l'uso della nafta da caldaie e circa le ga-

ranzie che, in base all'esperienza fatta da molti anni, possiamo dare, rimandiamo a quanto da noi pubblicato nel precedente numero del nostro bollettino.

Incendi nei serbatoi d'aria dei nostri motori, ed in quelli di altri motori di costruzione non dissimile dalla nostra, non si sono mai verificati, onde riteniamo trattarsi di un particolare difetto dei motori descritti nella memoria del Sig. Pounder.

Apparati con motori veloci accoppiati alle eliche mediante riduttori

La costruzione di apparati di questo tipo, tentata circa 25 anni or sono, ha avuto notevole sviluppo in Germania e in America negli anni precedenti l'ultima guerra impiegando motori non molto veloci (200-250 giri). In America durante la guerra molte navi ausiliarie sono state azionate in questo modo, impiegando spesso motori realmente veloci (700-750 giri).

Poiché, malgrado il costo ancora oggi più elevato, questa disposizione di macchinario è sovente richiesta, abbiamo studiato un particolare tipo di motore leggero, di media velocità, che, pur conservando le caratteristiche migliori dei motori lenti, permettesse di sfruttare più razionalmente il riduttore.

Con lo stesso diametro (480 mm) e corsa (640 mm) abbiamo disegnato:

a) un cilindro a semplice effetto, capace di sviluppare la potenza normale continua di 330 HP a 270 giri, con pressione media effettiva di 4,8 Kg/cm² e velocità di stantuffo di 5,8 m/sec.

La velocità di stantuffo è più alta che nei motori usuali, non essendovi limitazioni sul numero dei giri dovute alle esigenze delle eliche. Alle prove questo cilindro può dare la potenza di 430 HP a circa 300 giri.

b) un cilindro a doppio effetto, capace di sviluppare la potenza normale di 570 HP a 270 giri, con pressione media effettiva di 4,5 Kg/cm² e velocità media di 5,8 m/sec. Potenza massima alle prove di circa 750 HP a circa 300 giri.

Nelle fig. 7 e 8 sono rappresentate le sezioni trasversali dei due cilindri, le cui caratteristiche costruttive principali sono:

— basamento e incastellatura in lamiera saldata, in un sol pezzo per il motore a semplice effetto, in due parti collegate da tiranti per il motore a doppio effetto,

— albero a gomiti fucinato in uno o più tronchi a seconda del numero dei cilindri.

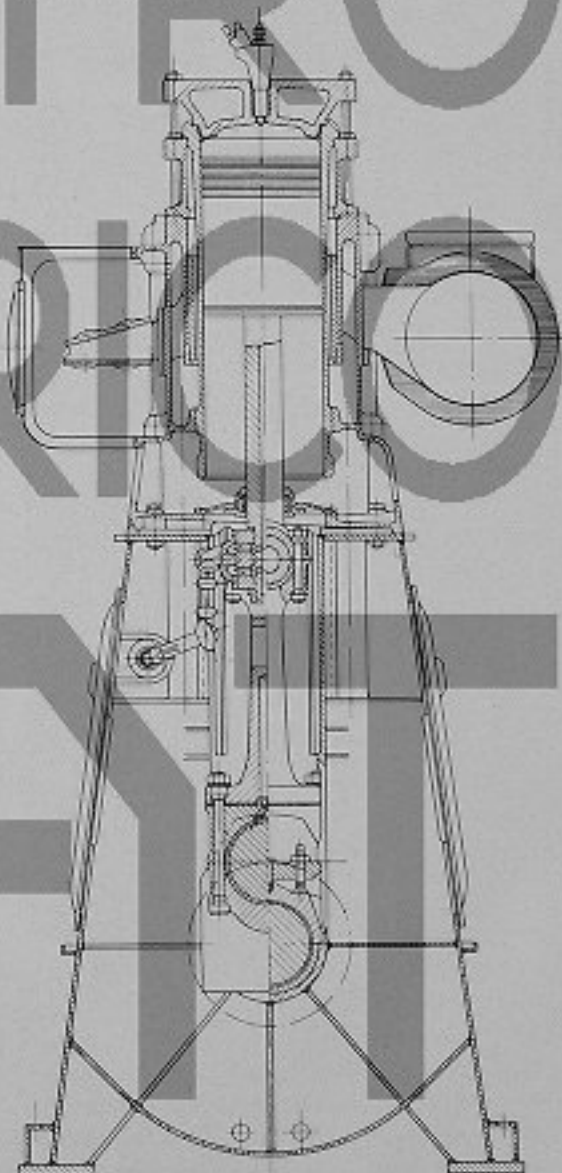


Fig. 7 - Sezione di un cilindro a semplice effetto sviluppante potenza normale di 330 HP

— impiego di testa a croce anche sul motore a semplice effetto e separazione della camera delle manovelle dal gruppo dei cilindri,

— pompe d'aria a stantuffo per motori fino a 5-6 cilindri, rotative e disposte al di sopra del

gruppo riduttore nei motori di maggior numero di cilindri,

— pompe del combustibile laterali ai motori e comandate mediante ruotismi dell'albero motore.

Il collegamento dei motori ai riduttori può essere fatto o a mezzo di giunti idraulici tipo Vulcan, o con giunti elettrici.

Entrambi i tipi di giunto consentono di isolare meccanicamente e torsionalmente il motore dal riduttore, rendendo il calcolo e il funzionamento di questo equivalente a quello di un riduttore per turbina a vapore: costo, peso ed ingombro e perdite sono all'incirca equivalenti.

La reversibilità è fatta direttamente sui motori, essendo questa soluzione più semplice e meno costosa che l'impiego di giunti reversibili. Il posto di manovra può essere unico, per tutti i motori e disposto nel punto più comodo.

Il gruppo giunto-riduttore dà luogo ad una perdita di velocità di ca. $2 \div 3\%$ ed una perdita di potenza complessiva del $5 \div 6\%$; una parte di quest'ultima si recupera attraverso il miglior rendimento dell'elica, quando le caratteristiche di scafo e di velocità consentono un'elica più grande e una riduzione del numero dei giri.

Come già accennato, per guadagnare nella lunghezza abbiamo previsto, quando si impieghino motori a molti cilindri, di produrre l'aria di lavaggio a mezzo di soffianti volumetriche rotative, disposte su apposita incastellatura al di sopra del gruppo giunto-riduttore.

Esaminiamo ora la possibile sistemazione dei motori descritti in due diversi casi:

Apparato motore da 7500 HP.

Motori principali. — Possiamo proporre per questo caso due soluzioni rappresentate nelle figg. 9 e 10 accanto alle quali riportiamo la specifica del macchinario installato e precisamente:

a) *motori a doppio effetto*: Accoppiati su un'elica a 100 giri sono due motori a 7 cilindri, della potenza singola di ca. 4000 HP a 270 giri; pressione media effettiva 4,5 Kg/cm², velocità di stantuffo 5,8 m/sec, pompe d'aria rotative sopra i riduttori.

b) *motori a semplice effetto*: Accoppiati su un'elica a 100 giri sono 4 motori a 6 cilindri, della potenza singola di ca. 2000 HP a 270 giri, pressione media effettiva 4,8 Kg/cm², velocità di

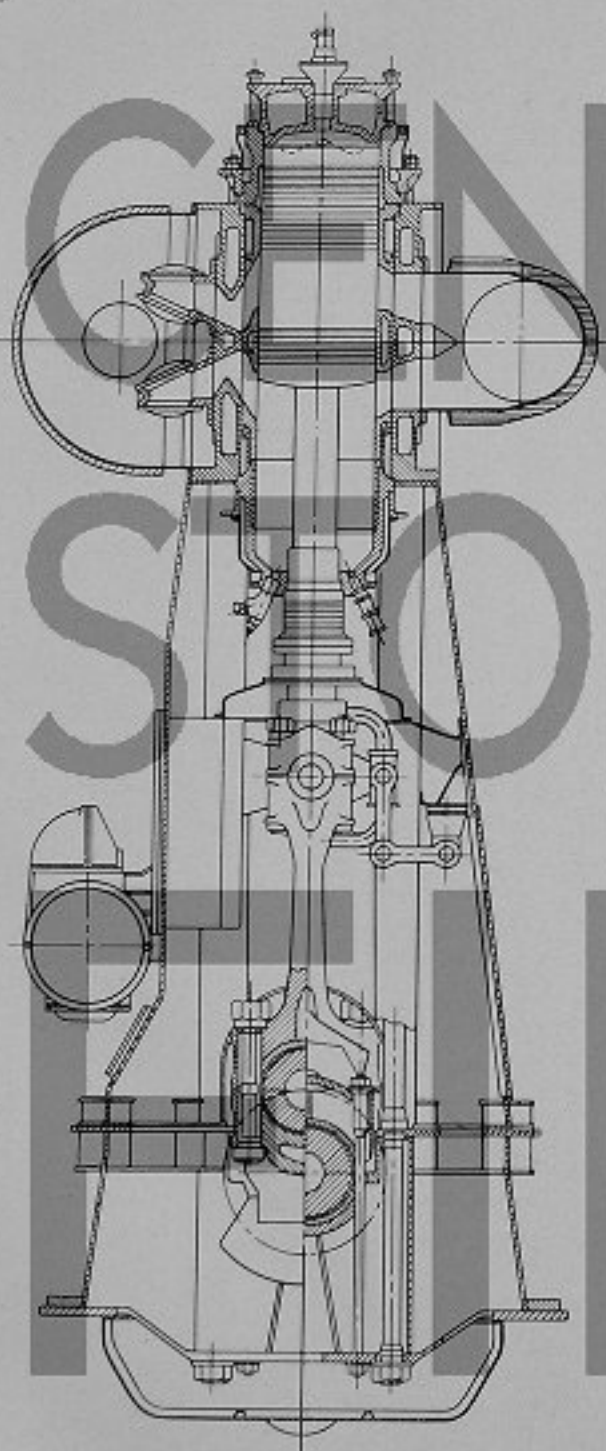
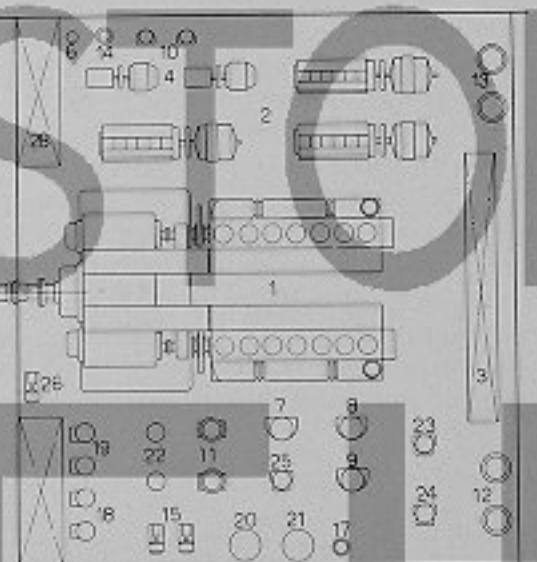
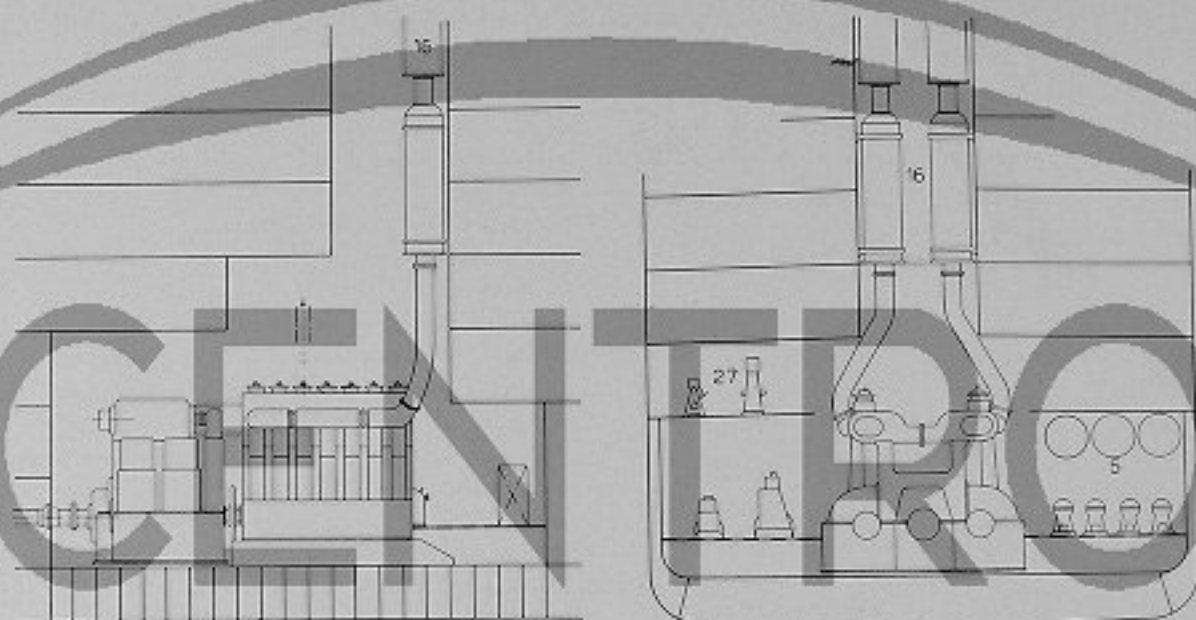


Fig. 8 - Sezione cilindro a doppio effetto sviluppante 570 HP normali



- 1 - Motori di propulsione . . . 2 da 4.000 HP
 2 - Gruppi elettrogeni . . . 3 da 300 kW
 3 - Quadro elettrico . . . 1
 4 - Elettrocompressori . . . 2 da 70 m³/h
 5 - Bombola aria avv. mot. princ. 3 da 1.700 dm³
 6 - Bombola aria avv. mot. ausil. 1 da 180 dm³
 7 - Pompa acqua salata mot. princ. 1 da 350 m³/h
 8 - Pompa acqua dolce mot. princ. 1 da 350 m³/h
 9 - Pompa acqua riserva mot. princ. 1 da 350 m³/h
 10 - Pompe acqua mot. ausil. . . 2 da 70 m³/h

- 11 - Pompe olio mot. princ. . . 2 da 300 m³/h
 12 - Refrigeranti olio mot. princ. . 2 da 120 m³
 13 - Refrigeranti acqua mot. princ. 2 da 120 m³
 14 - Refrigerante acqua mot. ausil. 1 da 50 m³
 15 - Pompe alimentazione nafta . . 2 da 4,5 m³/h
 16 - Caldaie 2 miste
 17 - Condensatore ausiliario . . . 1 da 15 m³
 18 - Depuratori nafta 2 da 1.000 dm³/h
 19 - Depuratori olio 2 da 1.000 dm³/h
 20 - Evaporatore 1 da 7.000 l/giorno
 21 - Distillatore 1 da 7.000 l/giorno
 22 - Pompe travaso nafta 2 da 25 m³/h
 23 - Pompa sentina 1 da 100 m³/h
 24 - Pompa zavorra 1 da 150 m³/h
 25 - Pompa igiene e servizi gener. 1 da 40 m³/h
 26 - Pompa acqua potabile 1 da 10 m³/h
 27 - Officina 1
 28 - Casse nafta 2 da 20 m³
 Ventilatori 3
 Gruppo motodinamo compres-
 sore di emergenza 1 da 15 kW
 Filtro olio 1 da 300 m³/h
 Pompe alimentazione caldaia . 2 da 2.000 Kg/h

Fig. 9 - Apparecchio da 7.500 HP con motori veloci a doppio effetto - Disegno e specifica

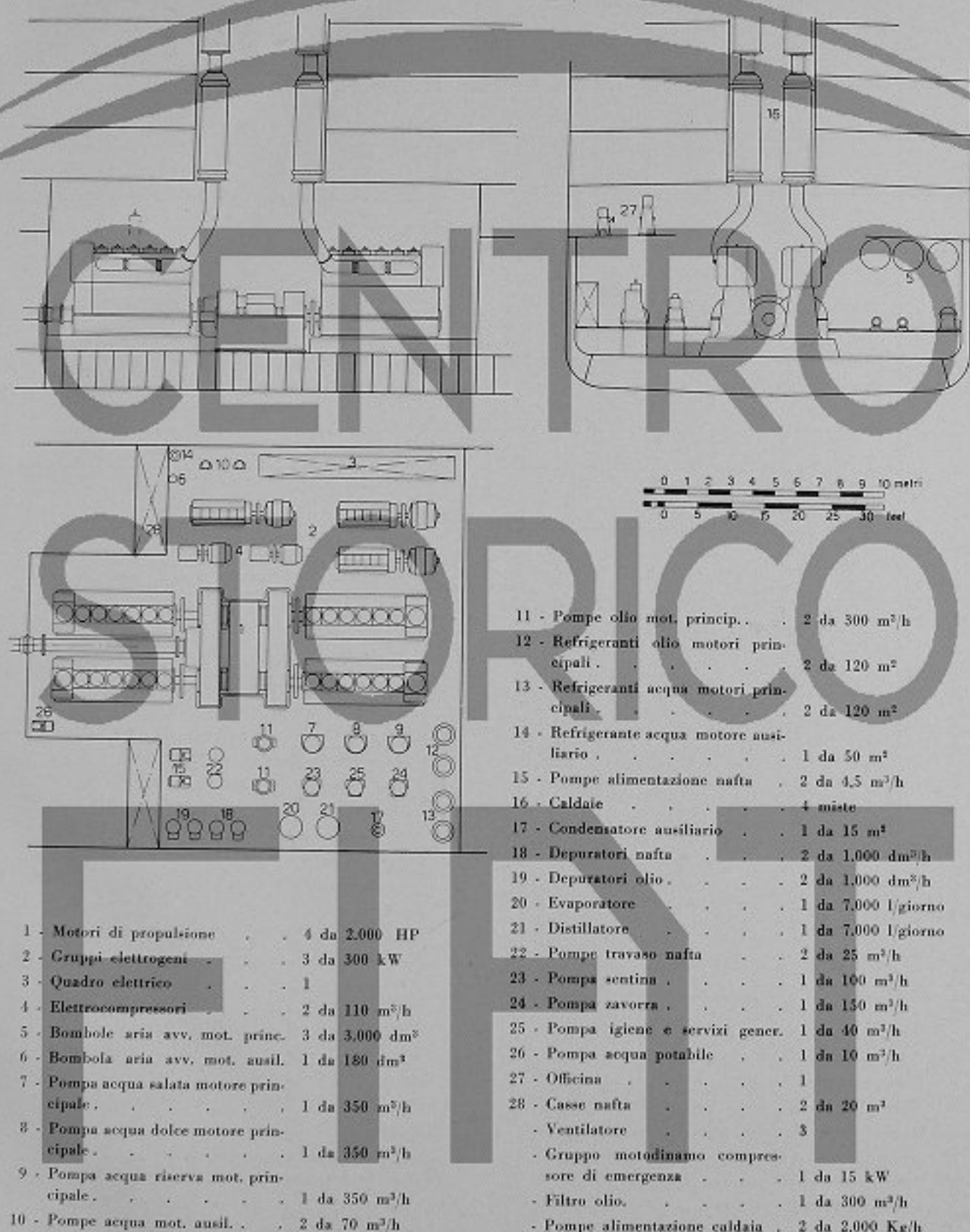
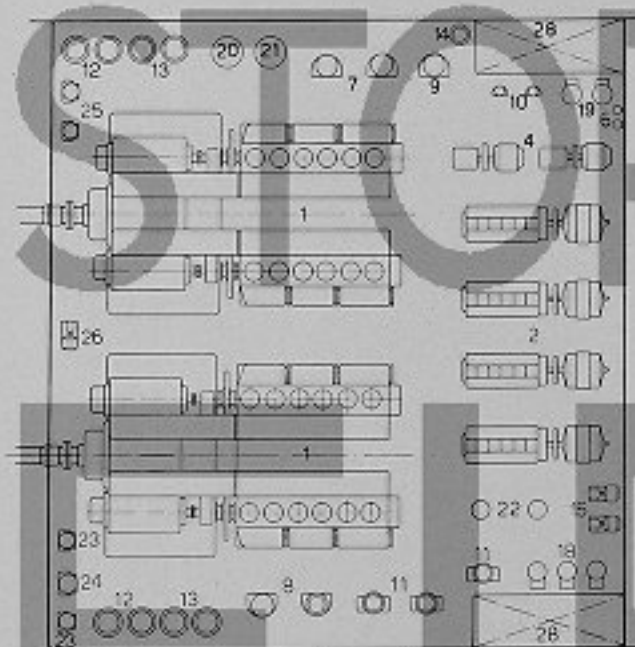
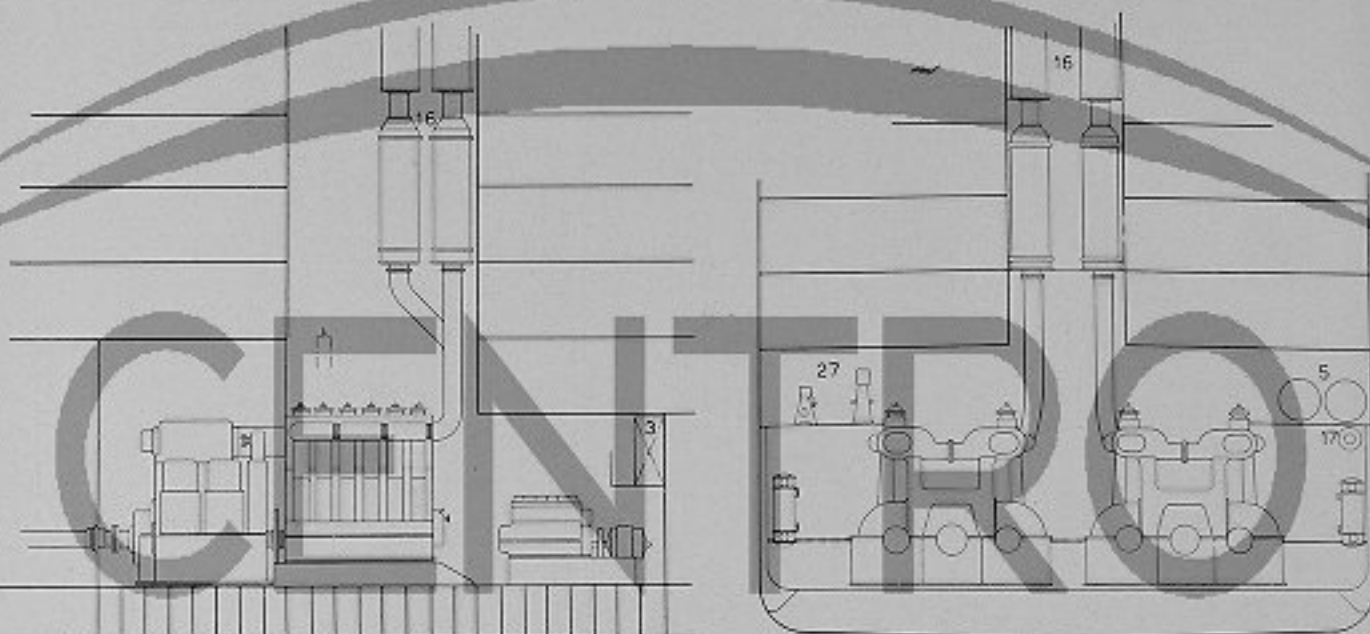


Fig. 10 - Appareto da 7.500 HP con motori veloci a semplice effetto - Disegno e specifica



- 10 - Pompe acqua mot. ausil. 2 da 90 m³/h
 11 - Pompe olio mot. princip. 3 da 250 m³/h
 12 - Refrigeranti olio mot. princ. 4 da 120 m³
 13 - Refrigeranti acqua mot. princ. 4 da 120 m³
 14 - Refrigerante acqua mot. ausil. 1 da 70 m³
 15 - Pompe alimentazione nafta 2 da 8 m³/h
 16 - Caldaie 4 miste
 17 - Condensatore ausiliario 1 da 15 m²
 18 - Depuratori nafta 3 da 1.000 m³/h
 19 - Depuratori olio 2 da 2.000 dm³/h
 20 - Evaporatore 1 da 25 t/giorno
 21 - Distillatore 1 da 25 t/giorno
 22 - Pompe travaso nafta 2 da 40 m³/h
 23 - Pompe sentina 2 da 120 m³/h
 24 - Pompa zavorra 1 da 200 m³/h
 25 - Pompe igiene e servizi gener. 2 da 80 m³/h
 26 - Pompa acqua potabile 1 da 20 m³/h
 27 - Officina 1
 28 - Casse nafta 2 da 30 m³
 Ventilatori 6
 Gruppo motodinamo compres-
 sore di emergenza 1 da 25 kW
 Filtri olio 2 da 300 m³/h
 Pompe alimentazione caldaie 2 da 3.500 Kg/h

- 1 - Motori di propulsione 4 da 3.500 HP
 2 - Gruppi elettrogeni 4 da 300 kW
 3 - Quadro elettrico 1
 4 - Elettrocompressori 2 da 100 m³/h
 5 - Bombola aria avv. mot. princ. 2 da 4.000 dm³
 6 - Bombola aria avv. mot. ausil. 2 da 180 dm³
 7 - Pompe acqua salata mot. princ. 2 da 300 m³/h
 8 - Pompe acqua dolce mot. princ. 2 da 300 m³/h
 9 - Pompa acqua riserva mot. princ. 1 da 300 m³/h

Fig. 11 - Appareto da 13.000 HP con motori veloci a doppio effetto - Disegno e specifica



Fig. 12 - Appareto da 13.000 HP con motori veloci a semplice effetto - Disegno e specifica

stantuffo 5,8 m/sec. pompe d'aria a stantuffo direttamente accoppiate.

La potenza massima alle prove, resa sull'elica, è di 10.000 HP nei due casi.

Disposizione macchinari e ausiliari. — Come per i motori lenti accoppiati direttamente sulle eliche.

Può essere ridotta la potenzialità dell'impianto dell'aria di avviamento data la minor mole dei motori e la possibilità di manovrare con parte di essi ed è semplificato l'impianto di depurazione nafta, non prevedendosi la possibilità di bruciare nafta extra densa su questi motori relativamente veloci.

Peso. — Ogni motore a semplice effetto da 2000 HP pesa ca. 80 tonni, ogni motore a doppio effetto da 4000 HP pesa ca. 115 t.

Peso complessivo dell'apparato motore:

	Motore D. E.	Motore S. E.
— motori principali	t 230	320
— ricambi	t 10	10
— giunti riduttori	t 40	40
— linee d'assi con i ricambi	t 133	133
— ausiliari	t 152	152
— lubrificazione, scale, grigliati e accessori	t 175	175
— acqua e olio	t 28	28
— Totale	t 768	858

Il peso degli apparati da noi proposti è dal 5% al 13% inferiore a quello degli apparati proposti dalla relazione Pounder.

Ingombro. — Le dimensioni dei gruppi-motori e quelle del locale di macchina sono:

	Motore D. E.	Motore S. E.
— lunghezza gruppo motore giunto riduttore	mm 11.300	17.100
— altezza per smontaggio verticale stantuffi dal doppio fondo	mm 8.700	6.300
— lunghezza locale macchina	mm 16.700	19.800
— larghezza cofano	mm 4.000	4.000

Il vantaggio di questo tipo di apparato motore sta nella minore altezza, ciò che permette di ridurre l'apertura del cofano e di guadagnare spazio a favore dei ponti superiori. Rispetto ai motori proposti al Symposium si ha una minor lunghezza della sala macchine dal 13% al 20%.

Consumo di combustibile. — Concordiamo su questo punto con l'autore inglese nel ritenere il consumo di combustibile del motore più veloce

superiore a quella del motore lento; nel nostro caso detto maggior consumo è valutabile al 3%.

Tenendo conto inoltre delle perdite attraverso il riduttore solo in parte compensate in questo caso dal migliore rendimento dell'elica, prevediamo per questo apparato motore un consumo di combustibile del 4 ÷ 5% ca. superiore a quello previsto per gli apparati con motori lenti; si avrà quindi per i motori un consumo giornaliero sulle 31 ÷ 32 t più quanto occorre per il funzionamento dei gruppi elettrogeni.

L'apparato motore con riduttore consuma quindi in nafta normale lo stesso peso di combustibile che il motore lento consuma in nafta da caldaie.

Si tenga in ogni modo conto che i motori veloci che abbiamo proposto possono funzionare senza difficoltà con nafta fino a densità di 0,94 e forse 0,95, purché di qualità non eccezionalmente cattiva. Non siamo invece in grado di garantire oggi per mancanza di effettiva esperienza in proposito, il loro funzionamento usando nafta da caldaia anche delle qualità più scadenti (Bunker Oil C grade) come era nel caso dei motori lenti.

Poiché la costruzione dei motori è simile a quella dei motori lenti per tutto quanto riguarda la lubrificazione prevediamo lo stesso consumo di lubrificante e cioè di 150 ÷ 180 Kg/giorno compless., più 30 ÷ 40 Kg/giorno per gli ausiliari.

Apparati motori da 13.000 HP.

Motori principali. — Anche in questo caso possiamo proporre due soluzioni rappresentate nelle figg. 11 e 12.

Entrambe le varianti comportano l'apparato motore con due eliche sembrandoci questa soluzione più favorevole agli effetti di una migliore utilizzazione in lunghezza del locale macchine; può essere usata anche una sola elica se non vi saranno difficoltà ad ammettere un locale di macchina più lungo. Abbiamo previsto due soluzioni per quanto riguarda i motori principali e precisamente:

a) **Motori a doppio effetto:** Ogni elica alla velocità di 100 giri è azionata da due motori a doppio effetto a 6 cilindri della potenza singola di circa 3500 HP a circa 270 giri, pressione media effettiva 4,6 Kg/cm², velocità media stantuffo 5,8 m/sec.

b) **Motori a semplice effetto:** Ogni elica a 100 giri è azionata da due motori a semplice ef-

fetto, a 10 cilindri della potenza complessiva di circa 3500 HP ognuno a circa 270 giri, pressione media effettiva 5 Kg/cm², velocità di stantuffo 5,8 m/sec.

Potenza massima alle prove resa sull'elica nei due casi: 17.000 HP.

Disposizione macchinari e ausiliari. — Vale quanto detto sopra a proposito dell'apparato motore da 3500 HP.

Peso. — Ogni motore a semplice effetto da 3500 HP pesa circa 130 t, ogni motore a doppio effetto da 3500 HP circa 100 t.

Peso complessivo apparato motore:

	Motore D. E.	Motore S. E.
— motori principali	400	520
— ricambi	20	16
— giunti riduttori, ecc.	70	60
— linee d'assi	217	217
— ausiliari seconda specifica	210	210
— tubolatura, scale, grigliati, ecc.	285	285
— acqua e olio	46	50
— Totale	1248	1358

In confronto al progetto presentato al Symposium questi pesi sono inferiori dal 7% al 12%.

Ingombro. — Le dimensioni dei gruppi riduttori e quelle dei locali macchina sono le seguenti:

	Motore D. E.	Motore S. E.
— lunghezza motore-giunto riduttore	mm 11.100	13.400
— altezza p. smontaggio verticale stantuffi cilindri dal cielo del doppio fondo	mm 8.700	6.300
— lunghezza locale macchina	mm 19.000	21.500
— larghezza cofano	mm 4.000	4.000

Rispetto ai motori proposti al Symposium si ha una riduzione nella lunghezza della Sala macchine dal 4% all'11%.

Consumo di combustibile. — In base alle stesse considerazioni precedentemente fatte prevediamo un consumo giornaliero di combustibile di 53 ÷ 54 t giornaliere e le stesse riserve circa l'impiego di combustibili aventi densità superiori a 0,94 o 0,95. Il consumo di lubrificante è di 260 ÷ 300 Kg al giorno, più 40 ÷ 50 Kg al giorno per gli ausiliari.

Apparati motori con propulsione Diesel-elettrica

Una terza possibilità di impiego dei motori a combustione per la propulsione navale è quella di adottare la trasmissione elettrica, sistemando a bordo una vera e propria centrale di produzione di corrente continua o alternata ed utilizzandola per l'azionamento delle eliche attraverso motori elettrici accoppiati direttamente o mediante riduttori.

La trasmissione elettrica presenta però per la normale navigazione mercantile due gravi inconvenienti:

a) il costo molto elevato di impianto che solo in parte può essere compensato impiegando motori di tipo veloce. Questo ripiego va naturalmente a scapito della durata dei motori e del costo di manutenzione, onde fino ad oggi motori molto veloci hanno avuto scarso impiego.

b) maggior costo di esercizio derivante sia dalla necessità di dover impiegare combustibile di buona qualità, adatto per motori veloci, sia dal maggior consumo unitario di questi motori, sia dalle notevoli perdite di rendimento (10 ÷ 15 %, complessivamente) della trasmissione elettrica.

Usualmente non è anzi possibile compensare una parte delle perdite con la maggior efficienza delle

eliche lente a causa del grande ingombro e costo dei motori elettrici di propulsione qualora costruiti per basso numero di giri.

La propulsione elettrica è realmente brillante nel caso di navi destinate ai servizi speciali quali rimorchiatori, navi traghetto, ecc., per le quali i vantaggi della propulsione elettrica possono superare gli inconvenienti sopra esposti.

Nel caso degli apparati motori oggetto del presente studio riteniamo che la propulsione elettrica sia da escludere. Possiamo in linea di massima indicare che potremmo proporre gli stessi tipi di motore previsti per l'azionamento delle eliche mediante riduttore e, che l'ingombro del locale macchina contenente la stazione generatrice dovrebbe all'incirca essere uguale a quello del locale macchina degli apparati con motori veloci e riduttori.

Dovrebbe naturalmente essere aggiunto a poppavia della nave un secondo locale per i motori di propulsione.

Peso, ingombro e consumo di combustibile sono superiori del 10% ÷ 15% a quelli previsti per la propulsione a mezzo di riduttori.

CONCLUSIONE

Analogamente a quanto fatto sulla memoria Pounder, abbiamo compilato una tabella riassuntiva di quanto precedentemente esposto. Su questa tabella, analogamente a quanto riportato in quella della relazione Pounder, i pesi dei motori sono quelli del tipo con costruzione alleggerita.

Il risultato del nostro studio coincide sostanzialmente con quanto presentato al Symposium, risultando a nostro favore un sensibile vantaggio nel peso e nell'ingombro nei locali di macchina, specialmente nel caso più interessante dei motori lenti direttamente accoppiati alle eliche. Concordiamo con il Symposium circa la preferenza da dare a questo tipo di motore, il quale, pur essendo più pesante e più ingombrante in altezza, è più semplice e più facile di condotta: dà luogo ad un costo di esercizio notevolmente minore, specialmente quando, come nel nostro caso, si può far affidamento su motori capaci di bruciare nafta da caldaie fino alla massima densità, e quindi di minimo costo.

Anche come spesa di impianto condividiamo il parere che gli apparati motori veloci con riduttore costino complessivamente di più dei motori lenti di peso maggiore.

Questo per quanto riguarda confronti fra gli impianti con motori a combustione.

Utile può essere anche un breve esame della posizione dei motori rispetto alle turbine. Gli apparati motori a vapore, soprattutto ad opera di costruttori americani, hanno fatto progressi specialmente per quanto riguarda le caldaie. Queste non sono più nell'economia generale degli apparati motore un elemento a sé stante e per così

APPARATO	7500 HP				10.000 HP			
	accopp. diretto		con riduttore		accopp. diretto		con riduttore	
N° linee d'assi	1	1	1	1	2	2	2	2
Motore FIAT tipo . . .	6870	750	4870	480	6900	208	4860	4810
Motori per linea d'assi .	1	1	2	1	1	1	2	2
Cilindri per motore . .	7	9	7	6	6	8	6	10
Diametro mm	680	750	480	480	680	750	480	480
Cassa mm	1000	1030	610	610	1200	1020	640	660
Già l' motore	125	125	270	270	125	125	270	270
Già l' elica	125	125	100	100	125	125	100	100
Velocità media stanz. .	5	5,5	6,8	6,8	5	5,4	6,8	6,8
P. m. s. Kg/cm ²	4,85	5,1	4,5	4,8	4,9	5,1	4,7	5
Peso mot. princip., riduttori e giunti elettrici, cinghie, e griglia applicati sul motore, peso al di rispetto presenti dal L. R. t	122	201	280	370	130	570	150	346
Peso linee d'assi, motore, eliche, alberi (incluso portaelica, ed elica) t	115	115	103	103	200	300	211	217
Peso mot. ausiliari, pompe, caldaie, barbole, ecc. t	100	100	152	152	220	220	210	210
Peso di tutte le tubature, paglioli, griglia, scale, ventilatori, silenziatori, fumaioli, officina, magazzino, reattori, ecc. t	170	170	175	175	250	270	285	285
Peso acqua e olio nei motori e circuiti, macchinario in grado di funzionare t	81	82	28	28	38	38	46	50
Peso totale macchinario pronto per il funzionamento t	808	908	768	808	1100	1622	1245	1308
Larghezza sala macchine m	15	18,4	16,7	16,8	16	18	19	21,5
Larghezza locale macchine ai ponti sovrastanti il doppio fondo . . . m	7,5/5,5	7/5,5	7,5/4,4	8,5/4,4	12,8/5,5	12/10,7	14/4,9	15,5/4,4
Altezza smontaggio con stanti, verticale, dal cielo del doppio fondo al perno m	12,4	12	8,7	6,3	12,4	12	8,7	6,3
Altezza smontaggio dal cielo del doppio fondo al giunto (stanche incluse) m	11	10,7	7,8	5,7	11	10,7	7,8	5,7

Tabella N. 2

APPARATI MOTORI DA 7500 HP

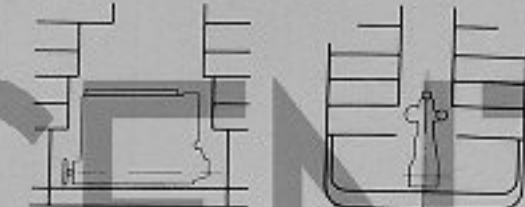
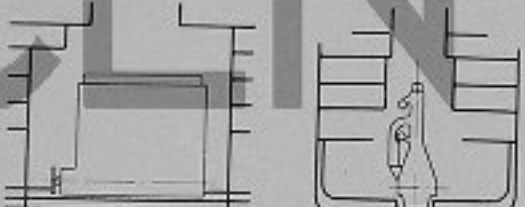
TIPO	INGOMBRO	PESO tonn		CONSUMO COMBUSTIBILE g/psora	TIPO COMBUSTIBILE
		Apparato completo	Apparato completo + comb. per 30 giorni		
FIAT		898	1933	34,5	Nafta caldaie
Harland e Wolff con motori tipo B e W		1041	2031	33	Nafta normale
VAPORE		592	2062	49	Nafta caldaie

Tabella N. 3

dire statico: oggi le caldaie sono vere e proprie macchine, funzionano in modo automatico e hanno posto con la motrice, in un unico locale rispetto alla quale non sfigurano sotto tutti gli aspetti tecnici ed estetici.

La riduzione del volume delle caldaie, ottenuto sia con migliori sistemi di distribuzione dei tubi evaporanti, sia con l'aumento delle sollecitazioni termiche di questi ultimi, ha reso però la caldaia molto più delicata che non le vecchie e pesanti caldaie a tubi di fumo; cosicchè è da ritenersi che la loro manutenzione e quella dei loro accessori, riscaldatori, evaporatori, ecc. diventi di tale entità da corrispondere come spesa, perdita di tempo, ecc. a quella richiesta dalle parti costituenti la camera di combustione dei motori.

In ogni modo è indubbio che un progresso notevole c'è stato ed è stato tale da portare a pesi e a locali di macchina molto ridotti.

Dobbiamo tuttavia rilevare che in realtà gli apparati motori a vapore quali descritti nel Symposium corrispondono a costruzioni e sistemazioni limiti, mentre le costruzioni più moderne fino ad oggi realizzate hanno disposizione di macchinari meno compatte e sono sistemate in locali sensibilmente più ampi.

Per contro gli apparati a combustione quali proposti nelle memorie inglesi e da noi, corrispondono nei pesi e nelle dimensioni del locale macchine a quanto viene oggi effettivamente realizzato.

In generale risulta essere il peso e ingombro del macchinario a vapore inferiore a quello richiesto dai motori Diesel; questo stato di cose viene però di nuovo spostato a favore dei motori Diesel quando si include, come è stato proposto nella discussione del Symposium, nel peso dell'apparato motore il combustibile occorrente per una determinata autonomia.

APPARATI MOTORI DA 13000 HP

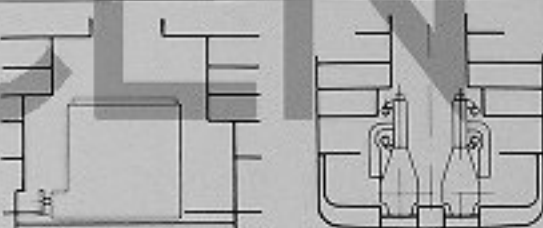
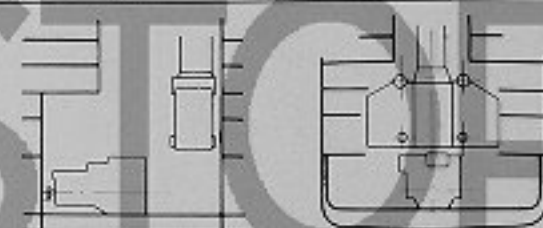
TIPO	INGOMBRO	PESO 1		CONSUMO COMBUSTIBILE t/giorno	TIPO COMBUSTIBILE
		Apparato completo	Apparato completo + comb. per 30 giorni		
RIAT		1493	3248	58,5	Nafta caldaie
Harland e Wolff con motore tipo B e W		1705	3400	56,5	Nafta normale
V A P O R E		1037	3206	72,3	Nafta caldaie

Tabella N. 4

Con simile premessa il maggior consumo di combustibile delle turbine a vapore fa spostare a favore del motore Diesel il peso reale dell'apparato motore.

A vantaggio dei motori Diesel e specialmente di quelli come i nostri che sono in condizione di poter bruciare nafta da caldaie, si ha un minor consumo di combustibile pari a circa il 70 % del miglior consumo ottenibile nei più recenti e complicati apparati motori a vapore.

A questo proposito occorre anche rilevare che, mentre i dati di consumo garantiti alle prove per i motori Diesel si mantengono praticamente invariati per tutta la durata della nave, per gli apparati a turbina non si verifica altrettanto, ma in esercizio i consumi subiscono un aumento sensibile.

Nei nostri confronti ci siamo tuttavia attenuti ai consumi garantiti alle prove.

Concludendo: il peso complessivo del macchinario e del combustibile è a favore dei motori

Diesel; il volume del locale di macchina è normalmente pari e può in condizioni limiti essere ridotto per gli impianti a vapore.

Onde dare un'idea più chiara della situazione per chi non avesse la possibilità di leggere la trattazione inglese originale, riportiamo nelle tabelle n. 3 e n. 4 gli ingombri e i dati fondamentali dell'apparato motore a vapore quale esposto nella memoria del Sig. Brown, del miglior apparato Diesel descritto nella memoria del Sig. Pounder e del miglior apparato motore da noi considerato.

L'esame della tabella conferma quanto in realtà è saldamente confermato dalla grande maggioranza degli armatori europei e cioè che l'apparato motore a combustione è il più conveniente anche per navi da carico di elevata velocità.

Dott. ing. R. DE PIERI.

A questo articolo hanno collaborato gli ingg. Montalenti e Scioldo dell'Ufficio Studi e Progetti.

Apparato motore da 2300 HP per una motonave danese

C. D. 621.431

Hanno avuto luogo alla fine di Maggio, nel golfo di Genova, le prove in mare della motonave « Verna Clausen » costruita dai Cantieri Ansaldo per conto dell'Armatore danese Sig. Clausen.

sviluppa in esercizio la potenza normale di 2300 HP a 150 giri/l' e può alle prove raggiungere una potenza di 3200 HP. Il suo peso è di 140 t (completo di reggispinta, volano, viratore, e refrigeranti).



Fig. 1 - Motonave «VERNA CLAUSEN»

Si tratta di una motonave di 2400 T. D. W. che verrà adibita specialmente al trasporto rapido e non refrigerato di frutta e verdura dalle Canarie all'Inghilterra e sarà perciò la prima nave di costruzione italiana che entrerà a far parte di quel notissimo complesso della flotta danese che si dedica a questo speciale genere di noleggio.

Noi ci auguriamo che la « V. Clausen », per le sue linee di scafo sobrie ed eleganti, per le sue moderne caratteristiche costruttive e di allestimento, per il suo apparato motore che le imprimerà una velocità normale di esercizio di oltre 14,5 nodi possa tener alto il buon nome dell'industria navale italiana anche in questo campo particolare.

Il motore di propulsione, da noi fornito, è del tipo a due tempi, semplice effetto, con sette cilindri di 520 mm di diametro e 960 mm di corsa. Esso

Questo motore è il primo di una serie di oltre 20 esemplari a 6, a 7 ed 8 cilindri di 520 mm di diametro attualmente in costruzione per numerosi Armatori Esteri.

La struttura principale dei nuovi motori non si allontana da quella classica dei nostri motori marini di grande e medio diametro e cioè il basamento, l'incastellatura ed i cilindri sono rimasti di ghisa, armata in senso verticale da tiranti di acciaio. Anche gli organi del manovellismo, gli stantuffi e le testate cilindro sono a loro volta rimasti di acciaio.

Le bielle seguitano ad essere fornite di testa a croce di tipo marino ed è conservata la parete di separazione tra la parte inferiore dei cilindri e la camera del manovellismo che riteniamo sia una ottima e sostanziale caratteristica dei nostri motori.

Trascureremo quindi di descrivere il motore e

ci limiteremo invece a parlare un poco delle sensibili innovazioni che sono state apportate nei particolari, soprattutto in vista di ridurre gli interassi dei cilindri, e quindi l'ingombro longitudinale e il peso della macchina, di irrobustire l'incastellatura senza per altro appesantirla, di migliorare l'accessibilità agli organi interni, manovellismo e stantuffi compresi, e di semplificare in genere i vari organi.

a) Incastellatura. - E' stata resa più robusta la parte alta dei montanti, facendola a doppia parete: ciò riduce anche un pochino l'altezza necessaria per lo slalamiento dei tiranti, dato che nell'estrarli possono venire inclinati. Ma la modifica sostanziale consiste nell'aver applicato le guide della testa a croce direttamente sul piano esterno dei montanti con notevole semplificazione nel lavoro di macchina e nel montaggio e miglior collegamento longitudinale dei montanti; anche dal punto di vista estetico la nuova disposizione è risultata assai soddisfacente (fig. 2).

b) Sistemazione della pompa combustibile a proria della pompa aria. - L'asse delle camme è in prolungamento dell'albero a manovella e sono quindi scomparse le ruote di trasmissione e gli alberi secondari. La pompa del combustibile e gli altri dispositivi per la manovra e l'avviamento non ingombrano, nemmeno parzialmente, le due pareti

lateralì del motore, per cui l'interno della camera del manovellismo è accessibile con comodità da entrambi i lati.

La nuova disposizione delle pompe d'iniezione è dal punto di vista della propria accessibilità, soddisfacente, ed ottima risulta pure l'accessibilità dei meccanismi di manovra e di regolazione, che si trovano in immediata vicinanza delle pompe stesse. Naturalmente con la sistemazione delle pompe in testa, il motore si allunga un poco, ma si tratta di un ingombro locale per un'altezza moderata, quasi sempre privo di riflessi nei riguardi della lunghezza complessiva del locale macchine.

c) Testate cilindro del tipo a campana. - Riducono sensibilmente l'altezza del motore e soprattutto quella necessaria per lo smontaggio dello stantuffo e della camicia. Migliorano il rendimento termico, e quindi il consumo, in quanto riducono al minimo le superfici delle pareti delimitanti la camera di combustione. Il vantaggio più notevole è però quello dovuto alla possibilità di ispezionare le fasce elastiche senza dover sfilare lo stantuffo.

Le testate sono di acciaio fuso e sono circondate esternamente da un involucro di ghisa che costituisce la parete esterna della camera di circolazione dell'acqua di raffreddamento. Internamente, nella zona di lavoro delle fasce elastiche, le testate sono rivestite di una boccia di ghisa speciale, particolarmente resistente all'usura. Questa boccia è intercambiabile.

d) Meccanismi di avviamento, di inversione e di manovra. - Sono stati ulteriormente perfezionati ed è stato esteso l'impiego di dispositivi di asservimento e di comando ad aria compressa. Essi sono divenuti altrettanto sicuri quanto i vecchi dispositivi a comando meccanico, ma sono molto più maneggevoli e molto più semplici ed hanno permesso di liberare l'esterno del motore da tutto l'ingombrante complesso degli organi meccanici della manovra.

E' stato pure reso completamente automatico e ancora più semplice il vecchio dispositivo a settori per l'in-

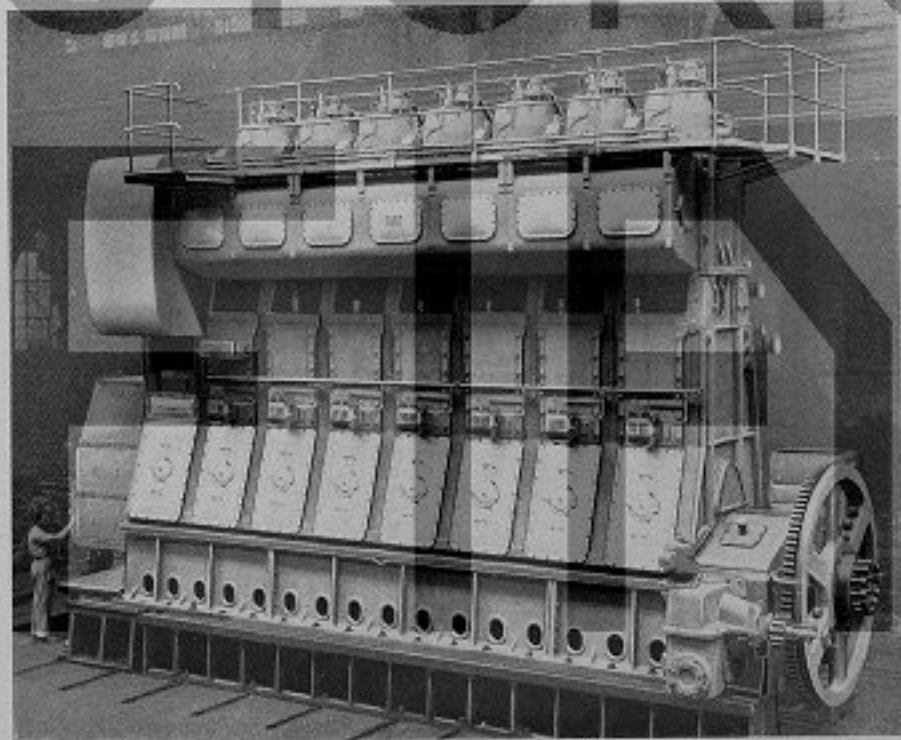


Fig. 2 - Motore 2300 HP per la M/V V. Clausen

versione dell'albero a camme delle pompe del combustibile.

e) *Dispositivo a tubi articolati per la mandata e lo scarico dell'olio raffreddamento stantuffi.* - E' stato semplificato e perfezionato in modo da ridurre al minimo le perdite di carico, ciò che torna a beneficio sia della pompa olio, che assorbe minor potenza, sia del raffreddamento stantuffi, che usufruendo di una maggior quantità di olio risulta più efficace.

f) *Comando idraulico delle pompe oleatrici cilindri.* - Il comando di queste pompe era usualmente ottenuto mediante un alberino di rinvio con riduttore di giri oppure con meccanismi a cricco. Ciò comportava in ogni caso una sensibile complicazione meccanica che si è potuta eliminare applicando un comando idraulico, di tipo analogo a quelli in uso in certe macchine utensili. Simile dispositivo, azionato dall'olio di lubrificazione generale, ha fra l'altro il pregio di permettere una facile regolazione del numero delle corse per minuto e quindi della quantità di olio mandato ai cilindri. Poiché questa regolazione è fatta con lo stesso volantino che varia la portata delle pompe del combustibile e quindi il numero dei giri e la

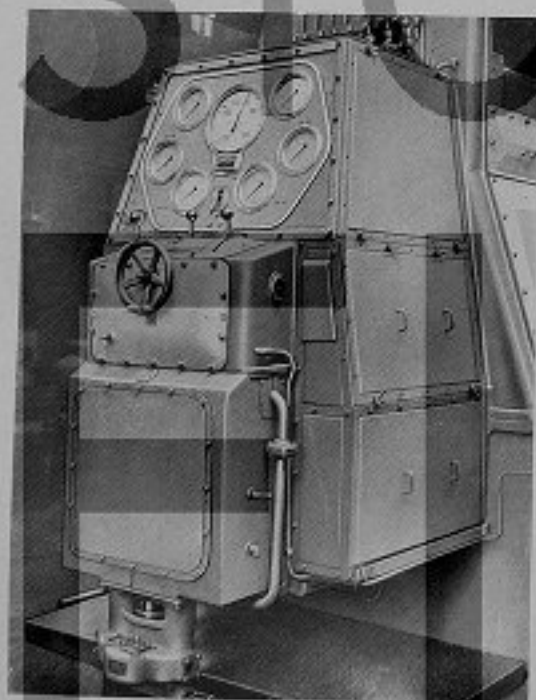


Fig. 3 - Posto di manovra

potenza sviluppata dal motore, è ovvio che la quantità di lubrificante inviata nei cilindri diviene una funzione del carico del motore.

g) *Viratore incorporato nel motore.* - Allo scopo di ridurre gli ingombri a bordo, il viratore è stato incorporato nel basamento del motore. Si-

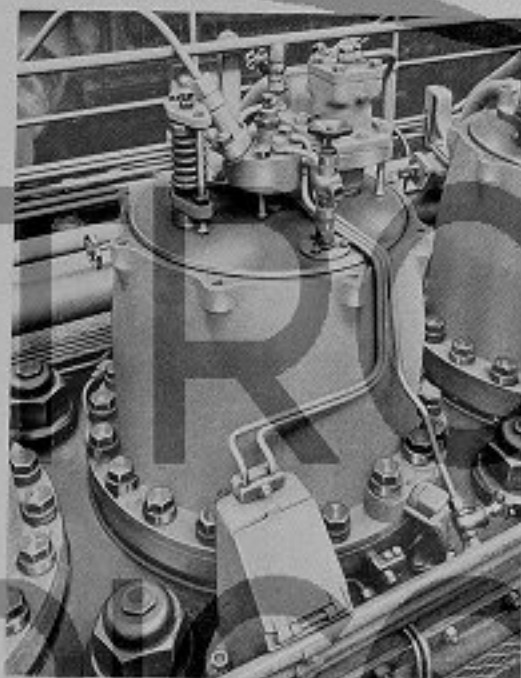


Fig. 4 - Particolare della testata cilindro a calotta

mile disposizione elimina inoltre qualsiasi lavoro di sistemazione da parte del Cantiere e rende più pratica e più semplice l'applicazione dei dispositivi di sicurezza e di innesto.

h) *Altre osservazioni.* - Ulteriori progressi sono stati realizzati nel proporzionamento dei dispositivi di lavaggio e d'iniezione del combustibile, ottenendo un sensibile appiattimento della curva dei consumi specifici di combustibile nella zona dei minimi consumi (che si mantengono praticamente costanti fra le pressioni medie effettive di 3,8 e 5,2 Kg/cm²) e un aumento della pressione media massima raggiungibile e mantenibile a lungo in regime di sovraccarico (circa 6,4 Kg/cm²).

Sebbene nelle prove al banco siano state impiegate nafta dense di qualità piuttosto scadente, quali erano disponibili in quel momento, il consumo minimo di combustibile è risultato di circa 165 gr/Cv.h. E' probabile che con Diesel-Oil di buona qualità il consumo di combustibile scenda ancora di qualche poco, avvicinandosi a 160 ÷ 162 gr. Ci ripromettiamo più avanti di ritornare su questo argomento e di dare a lungo notizie circa le numerose prove di messa a punto e le ricerche di carattere vario che abbiamo in corso su questo tipo di motore.

Dott. ing. A. GREGORETTI

Una nuova serie di grafici per il calcolo rapido delle eliche marine e degli elementi della propulsione

CD 630.32.007

La determinazione degli elementi caratteristici per il progetto di un'elica marina è basata di solito sulla utilizzazione di risultati sperimentali che, variamente elaborati e generalmente raccolti sotto forma di grafici con criteri propri ad ogni sperimentatore, costituiscono la base fondamentale per il calcolo.

Generalmente usati sono a questo scopo i ben noti diagrammi di Schaffran, Taylor, Troost, ecc., frutto di minuziose e pazienti esperienze eseguite alla vasca, con prove sistematiche su determinati tipi di eliche, a tre e quattro pale, con valori diversi di A_s/A (rapporto fra superficie alare sviluppata e area del disco) e caratteristiche costruttive differenti per ogni sperimentatore (sezioni delle pale, rapporto fra diametro del mozzo e diametro dell'elica, ecc.).

Gli elementi fondamentali che caratterizzano la propulsione sono: potenza, numero di giri, velocità.

Indicheremo con:

C_{va} = potenza dei motori di propulsione in cavalli effettivi.
 C_{ve} = potenza disponibile sul mozzo dell'elica in HP effettivi.

Questa è inferiore alla potenza dei motori di propulsione a causa del rendimento della linea d'assi. Si ha: $C_{ve} = \eta_a C_{va}$ essendo η_a il rendimento della linea d'assi che in mancanza di dati più precisi può essere assunto pari a:

0,97 per trasmissione senza riduttore.
 0,93 per trasmissione con riduttore.

V = velocità della nave in nodi.

V_e = velocità di avanzo dell'elica (rispetto all'acqua) in nodi.

Questa è inferiore alla velocità della nave per effetto della scia, cioè a causa del treno d'onde trascinato dalla carena.

Si ha:

$$\frac{V_e}{V} = 1 - W$$

W è il coefficiente di scia. Esso si ricava o da prove su un modello della nave, alla vasca sperimentale, o per confronto con carene simili già sperimentate. Per calcoli di massima, in assenza di elementi più precisi il coefficiente di scia può essere valutato con varie formule date da diversi sperimentatori in funzione delle caratteristiche dello scafo.

N = Numero dei giri dell'elica espresso in giri al minuto primo.

Evidentemente il numero dei giri dell'elica coinciderà con quello del motore se nella trasmissione fra motore ed elica non c'è riduttore. Per transmis-

sione con riduttore dovrà tenersi conto del rapporto di riduzione.

D = diametro esterno delle pale dell'elica in metri.

P = passo geometrico della faccia attiva delle pale in metri.

A_s = superficie alare sviluppata in m^2 .

A = superficie del disco di diametro D in m^2 .

I problemi che principalmente e generalmente si presentano in pratica, all'armatore o al costruttore dei motori di propulsione, possono essere riassunti nei quattro fondamentali seguenti:

1) *Calcolo di progetto dell'elica.* - Fissati i dati fondamentali della propulsione da realizzare: potenza assorbita, velocità di avanzo e giri dell'elica, determinare le caratteristiche geometriche dell'elica da impiegare.

2) *Controllo del comportamento di un'elica data.* - Date le caratteristiche di un'elica esistente, la potenza e la velocità per una prevista propulsione, controllare le possibilità di realizzazione della propulsione stessa. In altre parole determinare i giri di funzionamento dell'elica e conseguentemente il momento torcente, e la pressione media richiesta alla macchina motrice.

3) *Controllo dei limiti d'impiego di un dato motore con un'elica esistente.* - Fissato il momento torcente sviluppabile da un dato motore, funzione della sua pressione media, e note le caratteristiche di un'elica esistente ricavare gli elementi di funzionamento dell'elica alle varie velocità di avanzo.

In altre parole si tratta di ricavare, alle varie andature considerate, giri, potenza e spinte. Da queste ultime si potrà passare agli sforzi di trazione disponibili (problema dei pescherecci e dei rimorchiatori).

4) *Esame dei risultati della propulsione.* - Noti il numero dei giri, la potenza assorbita dall'elica e la velocità della nave ricavare il rendimento dell'elica, la spinta da essa generata, la sua velocità d'avanzo e quindi il coefficiente di scia, ecc.

Riepiloghiamo in breve come viene condotto il calcolo con l'uso dei diagrammi di Schaffran, Taylor, ecc., limitandoci a trattare per il momento solo i due primi problemi.

ELICHE

4 PALE $A_s/A = 56\%$ SECONDO SCHAFFRAN

N° 3



PROBLEMA N. 1

Dati, C_{ve} , V_e ed N si stabilisce con criteri pratici il tipo di elica più opportuno da adottare, il rapporto A_s/A (salvo controlli ove si temano fenomeni di cavitazione) e il numero di pale (per solito quattro per propulsione monoelica e tre per propulsione a più eliche). Si procede quindi nel seguente modo:

a) Se si vogliono utilizzare i dati di Schaffran si calcola il coefficiente base

$$C_{am} = 0,452 \sqrt{\frac{C_{ve} N^2}{V_e^5}}$$

col quale si entra nei relativi diagrammi e in funzione del rapporto P/D si ricavano i valori dei rendimenti dell'elica e del «coefficiente d'avanzo».

$$C_s = \frac{1}{30,84} \frac{N D}{V_e}$$

dal quale si calcola il relativo diametro.

b) Se si vogliono utilizzare i dati di Taylor e Troost, il coefficiente base da calcolare è:

$$B_p = 0,99 N \sqrt{\frac{C_{ve}}{V_e^5}}$$

Si procede nello stesso modo del caso a) e si ricavano valori del rendimento e del coefficiente di avanzo

$$\delta = 3,28 \frac{N D}{V_e}$$

da cui si ricava D

Con questi due sistemi si possono tracciare curve di η e D in funzione del rapporto P/D .

Dal confronto di queste curve si fissano con criteri pratici i valori di D e P definitivi.

PROBLEMA N. 2

Per brevità ci limiteremo solo ad accennare che questo problema (ricerca di N) viene risolto o per tentativi (diagrammi Schaffran) o con l'ausilio di coefficienti addizionali con i quali per mezzo dei grafici (Taylor) si risale al coefficiente base B_p . Da questo si calcola N .

* *

Allo scopo di rendere più rapida la determinazione degli elementi caratteristici dell'elica, o degli elementi della propulsione che interessano sono stati elaborati i risultati delle esperienze dei tre autori su accennati e sono stati compilati dei nuovi tipi di grafici che, eliminando ogni operazione di calcolo numerico si rendono particolarmente utili sia in sede di preventivo che di progetto quando, assegnati alcuni elementi dell'elica o della propulsione, se ne vogliono ricavare gli altri.

Sui nuovi tipi di grafici non figura esplicitamente alcun coefficiente, per cui la determinazione dei vari elementi che interessano viene fatta con lo stesso procedimento sia che si adoperino i dati per eliche Schaffran che quelli di Taylor e Troost.

Sono state compilate per ora tre serie di diagrammi: ognuna corrispondente alla serie di esperienze rispettivamente di Schaffran, Taylor e Troost per eliche a tre e a quattro pale e con i valori più in uso di A_s/A .

Ogni serie comprende quattro tipi di diagrammi corrispondentemente ai quattro problemi su riportati.

Riportiamo alcuni dei diagrammi più interessanti; gli esempi su di essi segnati e qualche altro che in pratica potrà interessare, serviranno ad illustrarne il loro sistema di impiego e farne rilevare l'utilità.

1) Elica Schaffran, 4 pale $A_s/A = 56\%$ (Grafico n. 1).

Assegnati: $C_{ve} = 1000$ HP; $V_e = 10$ Nodi; $N = 100$ g/l'.

Trovare: il diametro D e il rapporto P/D di massimo rendimento e il rendimento.

L'esempio è segnato sul grafico: partendo da $C_{ve} = 1000$ si tocca la $V_e = 10$ e quindi la $N = 100$ per scendere fino alla zona di massimo rendimento che si incrocia sul $P/D = 1,2$. Da questo punto si prosegue fino a toccare di nuovo $V_e = 10$ sul secondo fascio e si continua nel senso indicato dalle frecce fino a $N = 100$, per arrivare quindi alla scala dei diametri. Si ricava:

$$D = 3,64 \text{ m}; P/D = 1,2; \eta = 67\%$$

2) Elica Taylor a 4 pale $A_s/A = 51\%$ (Grafico n. 2).

Con gli stessi dati dell'esempio precedente si ricava:

$$D = 3,8; P/D = 1,4; \eta = 71\%$$

3) Con elica Schaffran a 4 pale, $A_s/A = 56\%$ (Grafico n. 1).

Assegnati: $C_{ve} = 1000$ HP. $V_e = 15$ nodi.

Trovare: il numero di giri ottimo per avere il massimo rendimento consentito dal tipo di elica scelto.

Dal punto di η massimo = $71,5\%$ si alza la perpendicolare fino ad incontrare l'orizzontale proveniente dal $C_v = 1000$ con $V_e = 15$; dall'incontro si ricava $N = 135$. Corrispondentemente si troverà il diametro $D = 2,84$ m.

4) Elica esistente tipo Schaffran avente:

$$D = 3,64; P/D = 1,2 \quad 4 \text{ pale } A_s/A = 56\% \\ \text{Dati } V_e = 10 \quad C_{ve} = 1000$$

Trovare il numero di giri che con la data potenza realizzi la V_e assegnata.

Si usa il grafico n. 3 su cui è riportato l'esempio. Il procedimento è analogo ai precedenti e come si vede seguendo le frecce si ricava $N = 100$ g/l'.

Evidentemente qualsiasi altro caso che in pratica può presentarsi con combinazione diversa di elementi assegnati o da determinare è facilmente risolvibile rapidamente con questi grafici.

Le due ultime scale riguardanti il peso ed il momento dinamico PD^2 hanno solo carattere indicativo ed il loro impiego vale per calcoli con carattere di puro orientamento per preventivi.

Doct. ing. S. GIUFFRIDA.

IN GIRO PER IL MONDO.

- In pieno inverno le due piccole MM/nn da carico S. Antonio e S. Domingo costruite da C.R.D.A. di Monfalcone e munite di motori Fiat a 5 cilindri, due tempi, semplice effetto, $\varnothing$ 260 mm, aventi potenza normale di 375 HP a 310 giri/l', sono andate senza il minimo inconveniente da Monfalcone al Cile. Ivi giunte l'ambiente Armatoriale Cileno è stato così favorevolmente impressionato per le loro caratteristiche costruttive e per la loro notevole economia di esercizio che sono state subito intavolate, da parte Cilena, nuove trattative con i nostri Cantieri per la fornitura di altre navi dello stesso tipo.



M.n. «Vaagan» della Dampskibsselskab di Bergen

Ecco la M.n. «Vaagan» della Dampskibsselskab

di Bergen, un po' più grande delle precedenti e munita di un motore a 5 cilindri, due tempi, semplice effetto, $\varnothing$ 360 mm, avente potenza normale di 750 HP a 220 giri/l', che traffica al nord lungo le coste della Scandinavia.

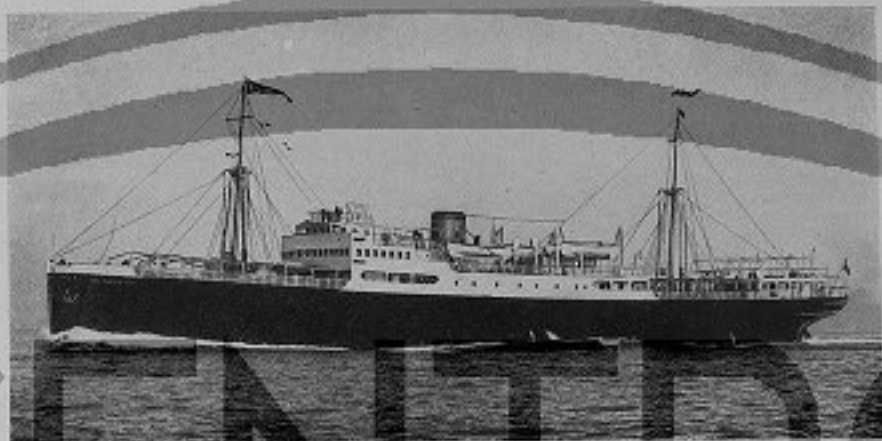
Ed ora eccovi uno dei più recenti pescherecci costruiti dai Cantieri Baglietto ed entrato in servizio verso



Motopeschereccio «Sipam II»

la fine del 1947. E' il «Sipam II» con un motore a 5 cilindri, 4 tempi, semplice effetto, $\varnothing$ 180 mm, della potenza normale di 125 HP.

A fine Giugno 1948 il motore aveva oltre 3500 ore di moto compiute in modo perfettamente regolare e con notevole successo anche per quanto riguarda i consumi di nafta e di olio, che sono risultati sensibilmente minori di quelli di altri pescherecci eguali, ma dotati di motori diversi.



Motonave
E. GRIMANI

LA FLOTTA MERCANTILE ITALIANA rinasce anche attraverso i numerosi recuperi di navi affondate o gravemente danneggiate.

Oltre all'apparato motore della M/t Scilla a cui abbiamo fatto cenno nel numero precedente, la Fiat ha ripristinati i motori delle MM/nn Lavoro e Ravello dell'Armatore Lauro, della M/n Cagliari della Soc. Tirrenia, delle MM/cc Carnaro e Liburnia della Soc. Sidarma, della M/n Luciano Manara della Soc. Garibaldi, tutte con motori aventi potenza da 4500 a 5500 HP. Sono stati pure ripristinati il motore della M/n Celio della Soc. Tirrenia e i due della M/n F. Grimani della Società Adriatica aventi potenze unitarie di circa 2500 HP. Sono in corso di riparazione e di rimodernamento i due motori da 2500 HP ciascuno della M/c Splendor della Soc. La Columbia e quello da 2400 HP della M/n Italvalle (ex Chisone) della Soc. Italmavi. Fra breve contiamo di iniziare la riparazione del motore da 6000 HP della M/n Bixio della Soc. Garibaldi e di quello di 1500 HP della M/n Narenta.

LE DUE NAVI LUCRINO E TAURINIA danneggiate nel locale macchine durante la guerra sono state ripristinate alcuni mesi fa sistemando al posto delle loro vecchie macchine a vapore due motori Diesel. Sono stati scelti, perché immediatamente disponibili, due motori uguali a quelli delle MM/nn Adria e Campania descritti nello scorso numero.

La Lucrino e la Taurinia rappresentano uno dei pochi casi conosciuti di navi di notevole tonnellaggio e con forme antichate di carena munite di motori funzionanti a 180 giri/l', cioè a velocità relativamente elevata in confronto alla velocità della nave che è di circa 10 nodi e sarà perciò interessante osservare il loro comportamento pratico, agli effetti della velocità e dei consumi.

DUE NUOVI RIMORCHIATORI A MOTORE, il Liguria ed il Britannia, costruiti dai Cantieri Navali Riuniti e facenti parte della flottiglia della Soc. Rimorchiatori Riuniti, hanno preso servizio nel porto di Genova. Sono i primi rimorchiatori a motore che operano in questo porto e si fanno notare non solo per la loro linea moderna ma soprattutto per la prontezza e regolarità del loro servizio. Ciascuno di essi è azionato da un nostro motore a 2 tempi, semplice effetto, 6 cilindri $\varnothing$ 260, direttamente reversibile, della potenza normale di 450 HP a ca. 310 g/l'.

Dato il particolare tipo di servizio dei rimorchiatori portuali, caratterizzato da numerosi brevi periodi di rimorchio intercalati da arresti più o meno lunghi l'uso del motore Diesel al posto della macchina a vapore è estremamente favorevole sia per quanto si riferisce al consumo di combustibile — che può ridursi anche a meno del 20% — sia per la immediatezza con cui, in qualunque istante, il rimorchiatore è disponibile.

Naturalmente si richiedono motori adatti, perché questo servizio ha delle gravi esigenze, specie per quanto riguarda la facilità, sicurezza e prontezza delle manovre (il Liguria ed il Britannia arrivano a fare in un turno giornaliero parecchie centinaia di avviamenti e 100 ÷ 150 inversioni di marcia) e per quanto si riferisce alla rapidità dei passaggi pressoché istantanei, da fermo a tutta forza e viceversa.