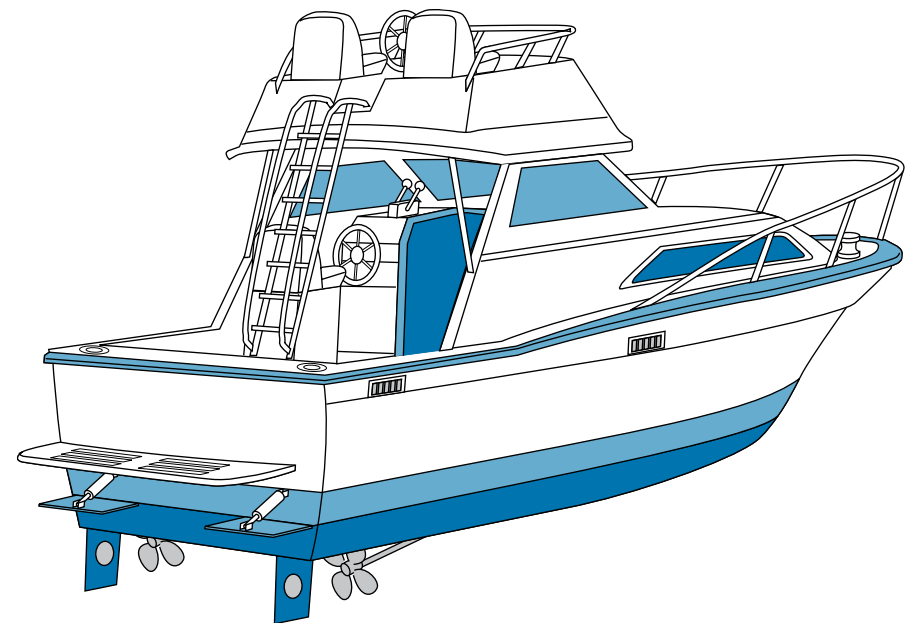
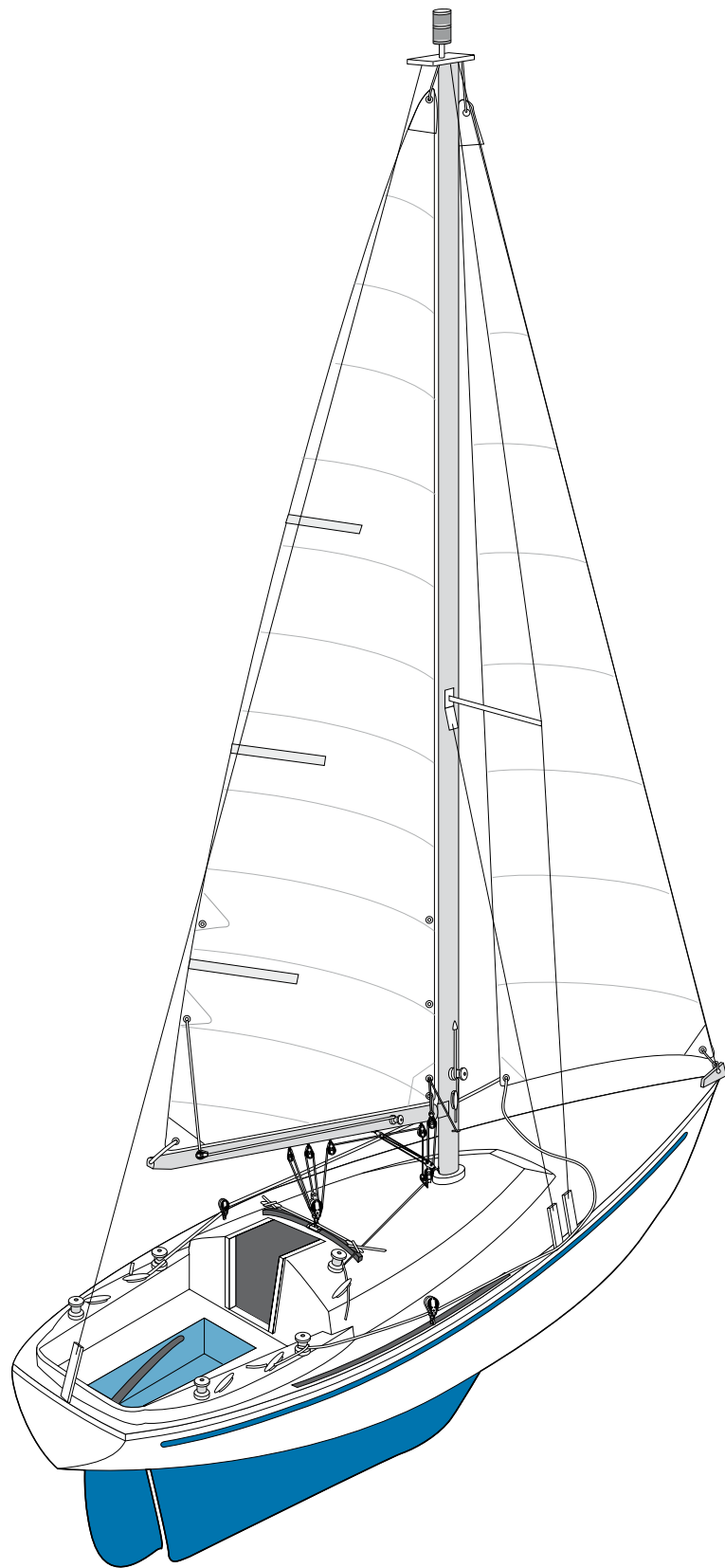


Charlie Wing

Come funzionano le cose in barca

UNA GUIDA ILLUSTRATA

Traduzione di Andrea Neami



 Nutrimenti

Questo libro è dedicato a Bill Fulton, che più di ogni altro condivide con me fin dall'infanzia l'entusiasmo per come funzionano le cose in barca

Titolo originale: *How Boat Things Work. An illustrated guide*

Copyright © 2004, 2007 by Charlie Wing
Published by arrangement with The McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York, Usa
All rights reserved

Traduzione dall'inglese di Andrea Neami

© 2012 Nutrimenti srl

Prima edizione settembre 2012
www.nutrimenti.net
via Marco Aurelio, 44 – 00184 Roma

Art director: Ada Carpi
978-88-6594-194-2
978-88-6594-195-9 (ePub)
978-88-6594-196-6 (MobiPocket)

Introduzione	9	Mantenimento di linea	81
		La cima	81
Il sistema di propulsione	11	Impiombature	82
Il gruppo di propulsione	11	Addugiare e legare le cime	87
Principi di funzionamento del motore diesel	13	I nodi	88
Yanmar 2GM	15	Bozzelli e paranchi	94
Trasmissione	43	Sistemi di controllo delle vele	97
Cuscinetti Cutless	46	I winch	109
Giunti dell'asse	47	L'avvolgifiocco	111
Il premistoppa	49		
Le eliche	51	Le attrezzature di atterraggio	112
Timoneria e comandi	59	L'ormeggio	112
Cavi e controlli	59	Il salpa-ancore	113
Comandi della barca a motore	60	Ancore	114
Timoneria per le imbarcazioni a vela	62	L'ancoraggio	116
Il pilota automatico	67	L'elettricità	118
Timone a vento con servo-pendolo	68	I circuiti a corrente continua	118
La bussola magnetica	71	La messa a terra	120
		della corrente continua	120
		Le batterie	122
		La corrosione galvanica	127
Il sartame	72	La protezione e i collegamenti catodici	129
Cavi e attrezzature	72	Circuiti a corrente alternata	134
Terminologia delle attrezzature	76	Gli alternatori	136
Regolazione dell'armo	78		

Idraulica	141	La refrigerazione	157
Le pompe	141	Stufe e riscaldatori diesel	161
Il sistema idraulico	148	Installazioni a gas gpl	163
I wc marini	150		
Le valvole	154		
		Indice dei nomi	166

Introduzione

Partimmo a bordo del *Puffin*, il nostro cutter Southern Cross di 12 metri, nel 1986. Nell'ottobre di quell'anno mia moglie e io salpammo da Portland, nel Maine, per seguire il sole verso i Caraibi.

Guardandomi all'indietro credo che non sapessimo cosa stavamo facendo né cosa si profilasse all'orizzonte. I velisti più esperti non si sorprenderanno nello scoprire che eravamo a malapena arrivati allo stretto di Long Island quando sorse un problema.

Stavamo procedendo a motore attraverso The Race, quando ci rendemmo conto di un suono nuovo e sconosciuto, un suono proveniente dallo scomparto motori, simile a quello di cuscinetti a sfera sbattuti qua e là in una lavatrice. Non sembrava troppo pericoloso, ma nemmeno troppo salutare. In un istante la mia posizione di capitano si era ridotta a quella di un meccanico cialtrone. Non avevo un appiglio da cui cominciare.

Mentre osservavo il mucchio di metallo da cui proveniva quel rumore ho cercato di immaginare cosa stesse accadendo all'interno. C'era bisogno di olio? E nel caso, di quale tipo? Come potevo capirlo? Forse avrei dovuto spegnere il motore. Se non lo avessi spento, avrei aumentato il danno? Quando finalmente raggiungemmo il porto, presi in considerazione di sbullonare la trasmissione e dare un'occhiata all'interno. Quello che mi frenava era la paura che, una volta sbullonata dal motore la trasmissione, tutti i residui di olio, gli ingranaggi, le frizioni e chissà cos'altro, si sarebbero letteralmente riversati in sentina. Naturalmente chiamammo un meccanico diesel specializzato che, a caro prezzo, svitò la trasmissione e la portò all'officina. Nulla, nemmeno una goccia d'olio si versò. Questo tipo di scena si ripeté parecchie volte nel corso del nostro viaggio verso sud. Una nostra ospite cercò di espellere in mare attraverso lo scarico quasi tutto un rotolo di carta da cucina, e stava per riuscirci, ma la massa fibrosa si bloccò da qualche parte nelle viscere della *Crown Imperial*, e mi ritrovai, ancora una volta, a interrogarmi sull'oscuro funzionamento di quel trono di porcellana.

In un'altra occasione stavamo uscendo in retromarcia da una marina, pericolosamente vicini a uno yacht milionario, quando la trasmissione della marcia si ruppe. Le 10 tonnellate del *Puffin* stavano dirigendosi di poppa verso lo yacht a una velocità di diversi nodi, mentre spingevo avanti e indietro la leva, ormai inutilizzabile. Nel panico, peggiorai la situazione mettendo al massimo la vicina manopola del gas. Fortunatamente la nostra piccola scialuppa in vetroresina attutì l'impatto e l'unica cosa danneggiata fu il mio orgoglio, per l'ennesima volta. E di nuovo, poiché non

avevo idea di timonerie, cavi delle marce e del gas, fummo costretti a pagare un mese di traversata a un meccanico per fare una semplice riparazione.

Iniziai a capire che le cose riguardanti il funzionamento della barca non erano poi così complicate, e che se avessimo voluto continuare a navigare, o un ricco parente doveva lasciarci in eredità una fortuna o io dovevo vincere la mia paura delle parti meccaniche. Ma in realtà, più che delle macchine, era paura dell'ignoto. Cosa c'era dentro? Se solo avessi potuto vedere cosa c'era dentro, probabilmente avrei potuto figurarmi come le cose funzionassero, e quindi ripararle.

Questo è il libro che avrei voluto avere allora, una raccolta di illustrazioni chiare e dettagliate e una spiegazione di come funzionano i congegni della barca. Spero vi aiuti a diminuire la vostra paura dell'ignoto.

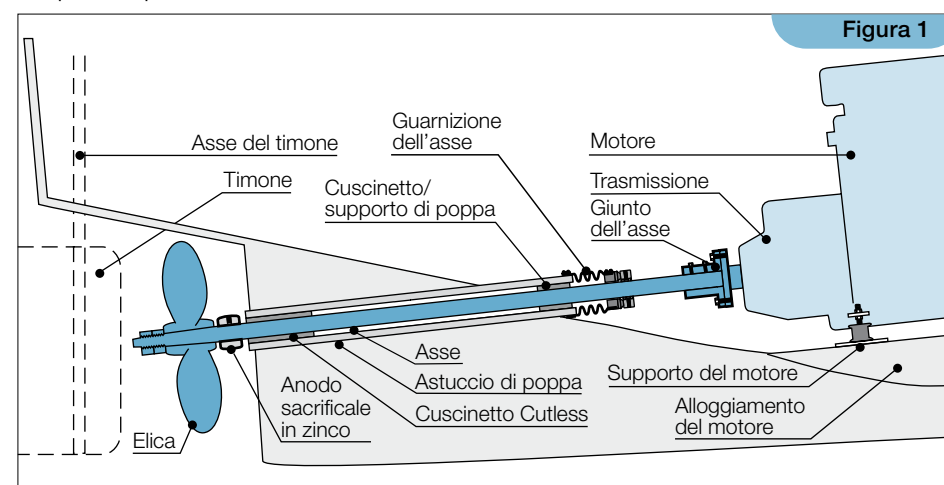
Charlie Wing
Falmouth, Maine

Il sistema di propulsione

Il gruppo di propulsione

Il gruppo di propulsione è l'insieme dei componenti che muove l'imbarcazione attraverso l'acqua nella navigazione a motore. Il motore fornisce energia meccanica tramite un'albero rotante di trasmissione. La trasmissione (anche chiamata scatola del cambio o marcia inversa) è imbullonata al motore, e inverte il senso di rotazione dell'albero rotante quando il pilota vuole muoversi di poppa. Spesso il cambio riduce il numero di rotazioni per minuto della trasmissione (rpm). Inerenti allo scafo sono una coppia anteriore e posteriore di alloggiamenti per il motore, dislocati e inclinati in modo da allineare l'albero di trasmissione con l'asse dell'elica.

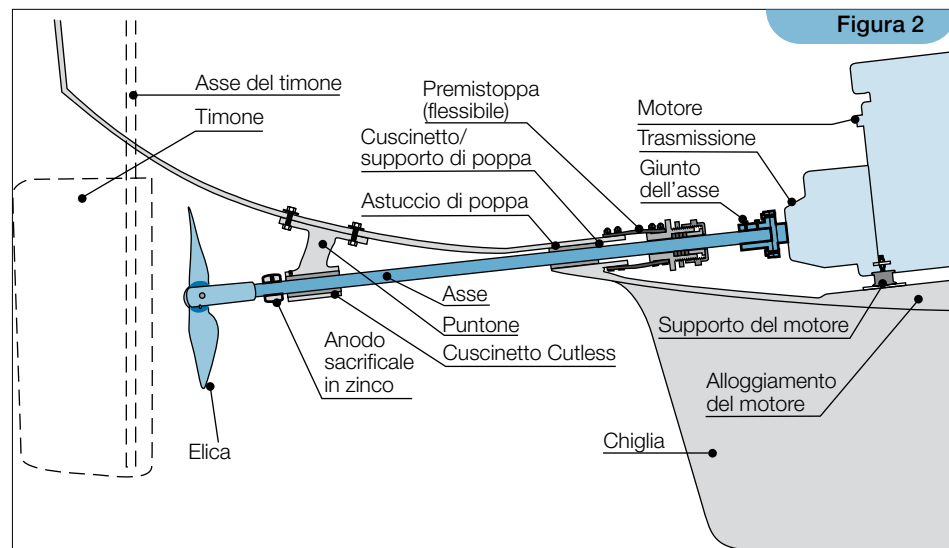
Il motore si appoggia a quattro supporti regolabili che garantiscono un certo grado di isolamento dalle vibrazioni, e che soprattutto permettono la regolazione finale dell'allineamento tra l'albero e l'asse. Un giunto (pagg. 47-48) connette l'albero di trasmissione con l'asse dell'elica. L'asse dell'elica si inserisce nello scafo attraverso un astuccio ed è supportato da un cuscinetto nella parte interna dell'astuccio e da un cuscinetto Cutless (pag. 46) nella parte esterna. Il cuscinetto Cutless è raffreddato con acqua marina. In alcuni modelli di barca l'acqua entra attraverso l'astuccio e fuoriesce dal cuscinetto Cutless. Si impedisce che l'acqua entri nell'imbarcazione grazie a una guarnizione o a un premistoppa (pagg. 49-50), che crea un isolamento quasi impermeabile attorno all'albero di trasmissione.



Sistema di propulsione in una tipica imbarcazione a motore.

Infine, l'elica (pag. 51) trasforma la rotazione in propulsione muovendo l'acqua intorno a sé. Quando l'acqua è spinta all'indietro, una reazione uguale e contraria spinge la barca avanti, e viceversa.

Il gruppo di motopropulsione è molto di più che l'insieme delle sue singole parti. I componenti devono armoniosamente combinarsi con la barca e tra di loro.



Quasi identico al sistema di propulsione di un'imbarcazione a motore, il tipico sistema di propulsione in un'imbarcazione a vela spesso comprende un premistoppa flessibile.

La potenza del motore deve accordarsi allo scafo per raggiungere la velocità desiderata. Una barca a carena planante con un motore troppo piccolo non riuscirà mai a sollevarsi dalla fase di sbilanciamento, riempiendo di disappunto il suo proprietario. D'altra parte, un motore troppo largo spesso dovrà girare a un basso rpm, una modalità particolarmente dannosa per i motori diesel.

Le due metà del giunto di trasmissione devono essere allineate con precisione. Un cattivo allineamento produrrà vibrazioni, una rapida usura del cuscinetto e, peggio, dell'albero e dei cuscinetti della trasmissione.

L'elica dev'essere commisurata per accordarsi alla potenza del motore e all'rpm, ai rapporti del cambio, alla lunghezza della linea di galleggiamento, al dislocamento dello scafo e infine alla linea dell'elica stessa.

Se le dimensioni dell'elica (diametro) e/o il suo passo (misura dell'avanzamento per ciascuna rotazione) sono troppo grandi, il motore non raggiungerà l'rpm previsto. Un'elica troppo piccola permetterà di raggiungere l'rpm previsto, ma non si riuscirà ad utilizzare la piena potenza. Infine, se l'area combinata delle pale dell'elica è troppo piccola, l'eccessivo risucchio sui margini primari delle pale produrrà bolle di vapore (cavitazione), che finiranno per erodere le lame stesse.

In una barca a propulsione meccanica con due motori, le due eliche ruotano in direzioni opposte per equilibrare le spinte laterali e di torsione (pag. 51). Poiché i

motori sono sempre uguali, il cambio di rotazione si realizza nella scatola del cambio.

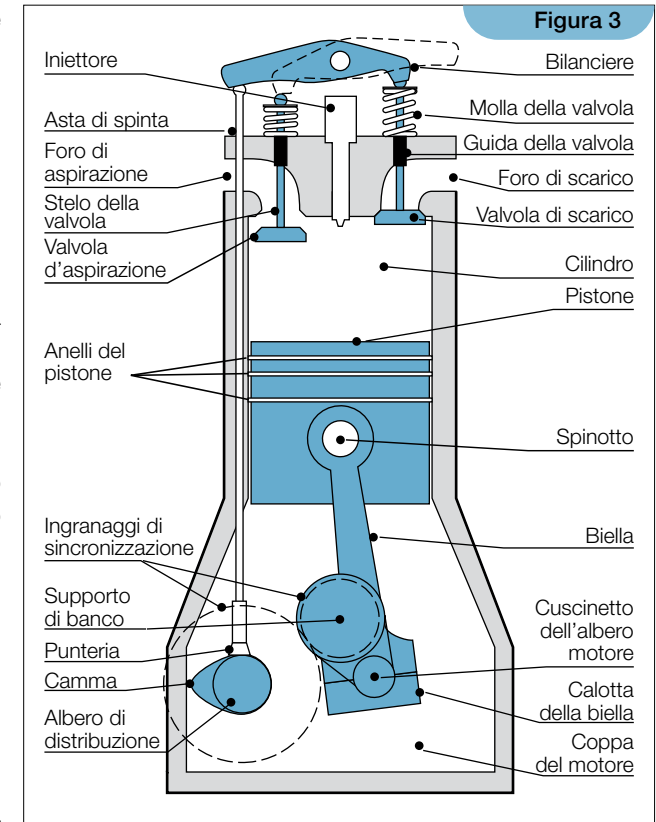
Le pagine seguenti illustreranno una varietà di motori, trasmissioni, giunti, premistoppa ed eliche, ma la funzione di ogni componente è sempre la medesima. La cosa importante da ricordare è che ciascun componente fa parte del gruppo di motopropulsione nel suo complesso e con questo dev'essere in armonia.

Principi di funzionamento del motore diesel

Tutti i motori a combustione interna trasformano l'energia chimica del combustibile in energia meccanica attraverso la combustione.

La principale differenza tra i motori a benzina e i motori diesel sta nel modo in cui avviene la combustione.

Nel motore a benzina, la benzina e l'aria, miscelate in precedenza nel carburatore, vengono introdotte nei cilindri. Una scintilla elettrica provoca l'accensione della miscela in un momento preciso del ciclo del pistone, muovendo il pistone con uno scoppio. In un motore diesel, l'aria è compressa dal pistone nel cilindro con un coefficiente di circa 20 (rapporto di compressione). Poiché la temperatura dell'aria è espressione della sua energia per il volume, la rapida riduzione del volume per un coefficiente di 20 o più, innalza la temperatura a 537 °C. Il combustibile diesel, nebulizzato nell'aria surriscaldata e sotto pressione, esplosione, elevando ulteriormente sia la temperatura sia la pressione e spingendo in basso il pistone con uno scoppio. Regolando la portata e la durata della nebulizzazione, l'iniettore del combustibile permette una combustione controllata. Le parti più importanti sono illustrate nella figura 3. I cilindri sono operati nel blocco motore/monoblocco in ghisa. I pistoni scorrono su e giù nei cilindri e sono collegati all'albero motore da bielle. Il punto di connessione all'albero motore (manovella) è disassato dal supporto di banco, così il movimento verticale del pistone produce una rotazione nella manovella dell'albero. Gli anelli elastici nelle scanalature del pistone lo proteggono dalle perdite.



Nella parte inferiore del blocco motore (la camera dell'albero), un albero di distribuzione è connesso all'albero-motore da una catena o un ingranaggio di distribuzione, come nella figura 3. L'albero di distribuzione incorpora delle camme lobate, che in un motore a quattro tempi, ruotano a metà della velocità dell'albero motore. Punterie, appoggiate sulle camme, dirigono le aste di acciaio su e giù, attraverso fori nel blocco motore verso la testa del motore. Dei bracci basculanti (bilancieri), mossi alternativamente dalle aste di spinta e dalle molle delle valvole, azionano le valvole di aspirazione e di scarico, permettendo l'immissione di aria nel cilindro e l'espulsione dei prodotti di combustione nelle fasi appropriate.

Le camme e le aste di spinta producono l'apertura delle valvole, mentre le molle delle valvole ne provocano la chiusura. Si noti che nell'illustrazione, per chiarezza, le valvole di aspirazione e di scarico sono mostrate su lati opposti. Nel motore reale le valvole sono allineate. La pompa di iniezione del motore, spinta dall'albero-motore, distribuisce il combustibile diesel all'iniettore, che lo nebulizza nell'aria surriscaldata e sotto pressione nella fase e nella quantità appropriata.

Un motore ha un unico albero-motore, ma può avere un numero indeterminato di pistoni. La sincronia di ciascun cilindro è controllata dalla posizione relativa delle sue camme nell'albero a camme e dalla rotazione dell'albero-motore.

Ciclo diesel a quattro tempi

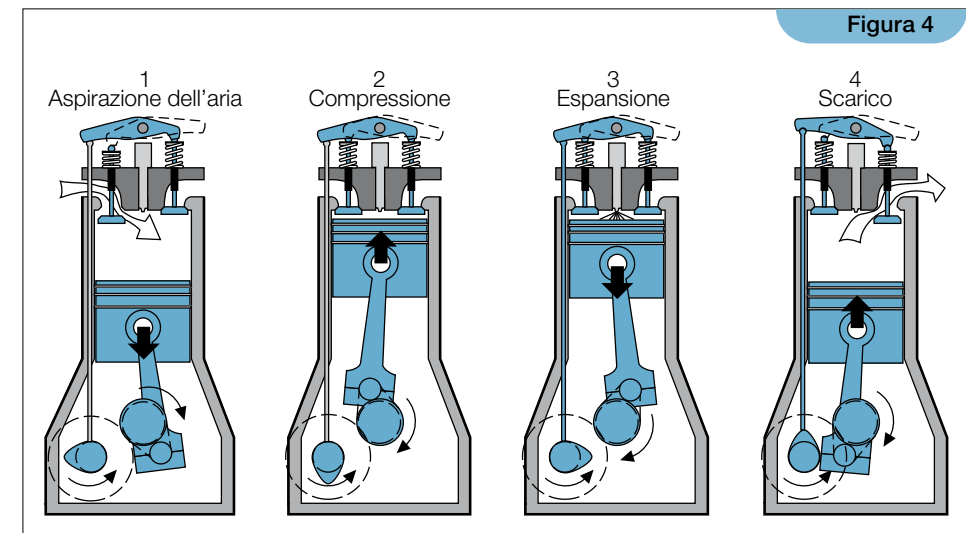
La gran parte dei diesel marini più piccoli sono del tipo a quattro tempi. La sequenza aspirazione dell'aria, compressione, espansione, scarico, richiede due corse di salita e due corse di discesa, per un totale di quattro tempi, in due rotazioni complete dell'albero-motore.

Aspirazione dell'aria. Nella fase discendente la valvola di aspirazione si apre. La suzione creata dal pistone porta nuova aria nel cilindro.

Compressione. Poco dopo che il pistone raggiunge il punto più basso della fase discendente, la valvola di immissione si chiude, intrappolando l'aria all'interno del cilindro. La chiusura della valvola di immissione è ritardata quel tanto che basta per sfruttare l'inerzia dell'aria che affluisce. Quindi il pistone ascende verso il culmine della fase, comprimendo l'aria racchiusa in 1/20 del volume del cilindro e innalzandone la temperatura a 400 °C, temperatura di accensione del gasolio.

Espansione. Nel punto più alto della fase (solitamente chiamata fase attiva), l'iniettore inizia a nebulizzare nell'aria surriscaldata il combustibile, che esplosione immediatamente. La combustione innalza la temperatura e la pressione nel cilindro, spingendo il pistone verso il basso con uno scoppio. La quantità di combustibile iniettata determina l'energia trasmessa al motore. Tuttavia la quantità massima utile è limitata dalla quantità di ossigeno disponibile per la combustione. Il combustibile in eccesso e incombusto viene espulso come una fuliggine nera e oleosa.

Scarico. Nella susseguente fase ascendente la valvola di scarico si apre, permettendo al pistone che sale di espellere fuori dal cilindro i prodotti della combustione. Al compimento della fase di scarico, la valvola di scarico si chiude, lasciando il cilindro pronto per il successivo ciclo completo.



Il popolare diesel marino a quattro tempi deve il suo nome alle quattro fasi del suo ciclo di combustione.

Nelle pagine seguenti esamineremo i principali sottoinsiemi del motore diesel a due cilindri Yanmar 2GM. Pur avendo solo due cilindri e appena 13 cavalli a 3400 giri/minuto, condivide gli stessi principi di funzionamento di tutti gli altri motori marini diesel a quattro tempi.

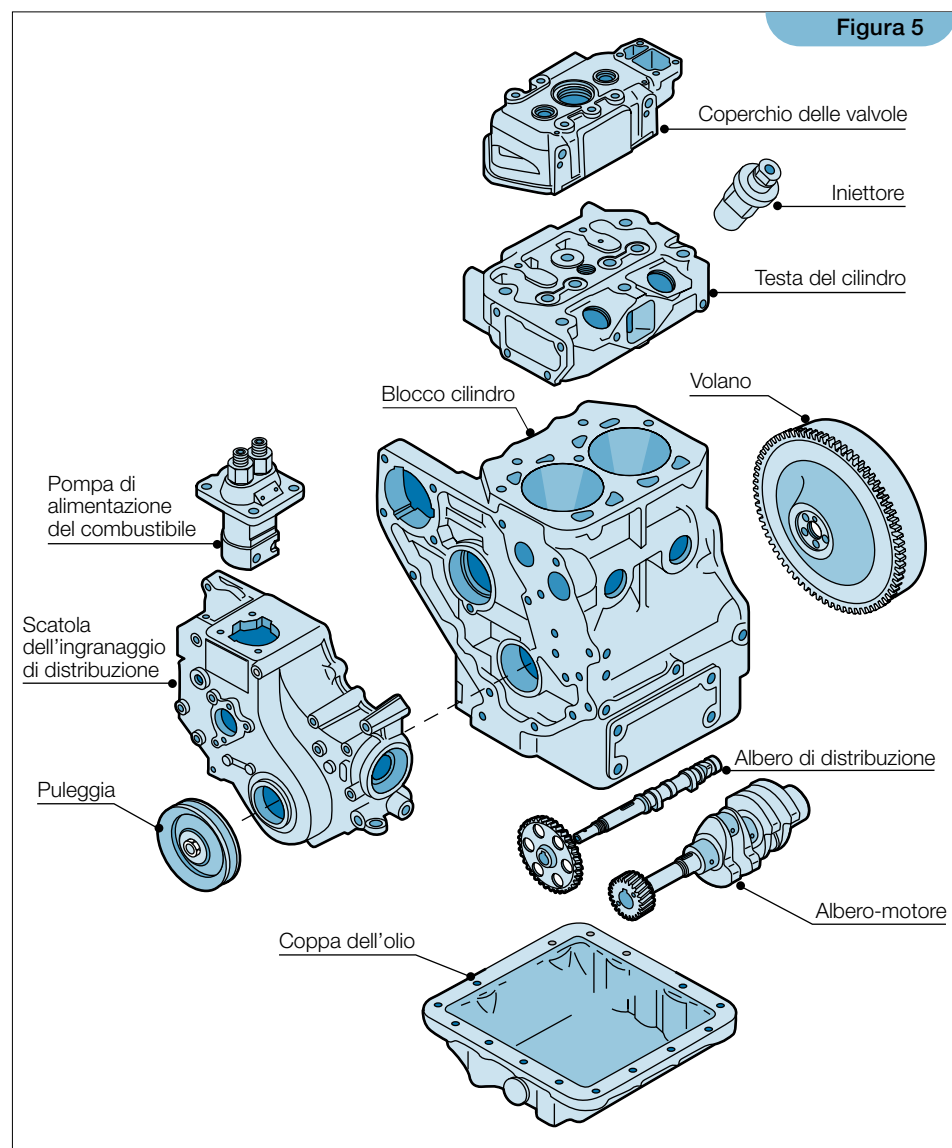
Yanmar 2GM

I motori diesel Yanmar godono di una larga popolarità grazie ad applicazioni ingegneristiche sofisticate che ne hanno ridotto il peso per cavallo-vapore e i livelli di vibrazione. In aggiunta i motori Yanmar si sono guadagnati un'ottima reputazione sia per l'affidabilità sia per la disponibilità a livello mondiale dei pezzi di ricambio. La serie dei piccoli motori marini include motori a uno, due e tre cilindri (1GM fino a 3GM). Molte parti sono intercambiabili tra i modelli, riducendo i ricambi che un centro servizi deve tenere in magazzino. Nelle pagine successive, ciascuno dei sottoinsiemi indicati nella figura 5 verrà mostrato in modo dettagliato, accompagnato da una disamina delle funzioni e delle modalità operative.

Blocco cilindro

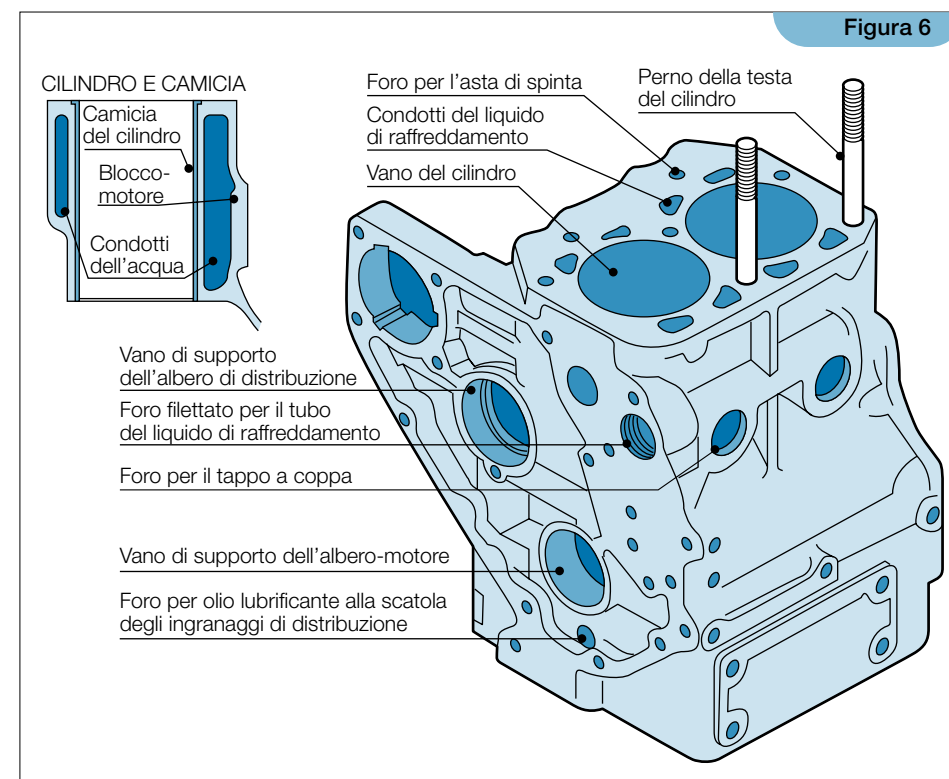
La parte centrale del motore è costituita dal blocco cilindro, un massiccio, complesso corpo in ghisa contenente camere per l'albero-motore e gli alberi di distribuzione, larghi vani cilindrici per i cilindri, e numerosi condotti per l'aria, l'acqua e l'olio lubrificante.

La ghisa è pesante, ma resiste alle deformazioni dovute al surriscaldamento meglio della gran parte dei metalli. Potendo il peso essere un problema in un'imbarcazione di 4536 kg, Yanmar ha concepito un motore che sfrutta al massimo il rapporto potenza-peso.



Nei modelli Yanmar meno recenti i cilindri sono di fatto camicie cilindriche in ghisa inserite in vani traforati. Le camicie sono spesso utilizzate perché possono essere rimpiazzate, se usurate, senza dover buttare l'intero blocco motore. Camicie di tipo 'umido' sono connesse al blocco solo nella parte superiore e nella parte inferiore, permettendo all'acqua di raffreddamento di circolare tra la camicia e il blocco-motore.

Le camicie Yanmar 'a secco' sono poste a diretto contatto con il blocco-motore, disperdendo il calore della combustione per conduzione verso il blocco. I modelli diesel Yanmar più recenti sono privi di camicie.



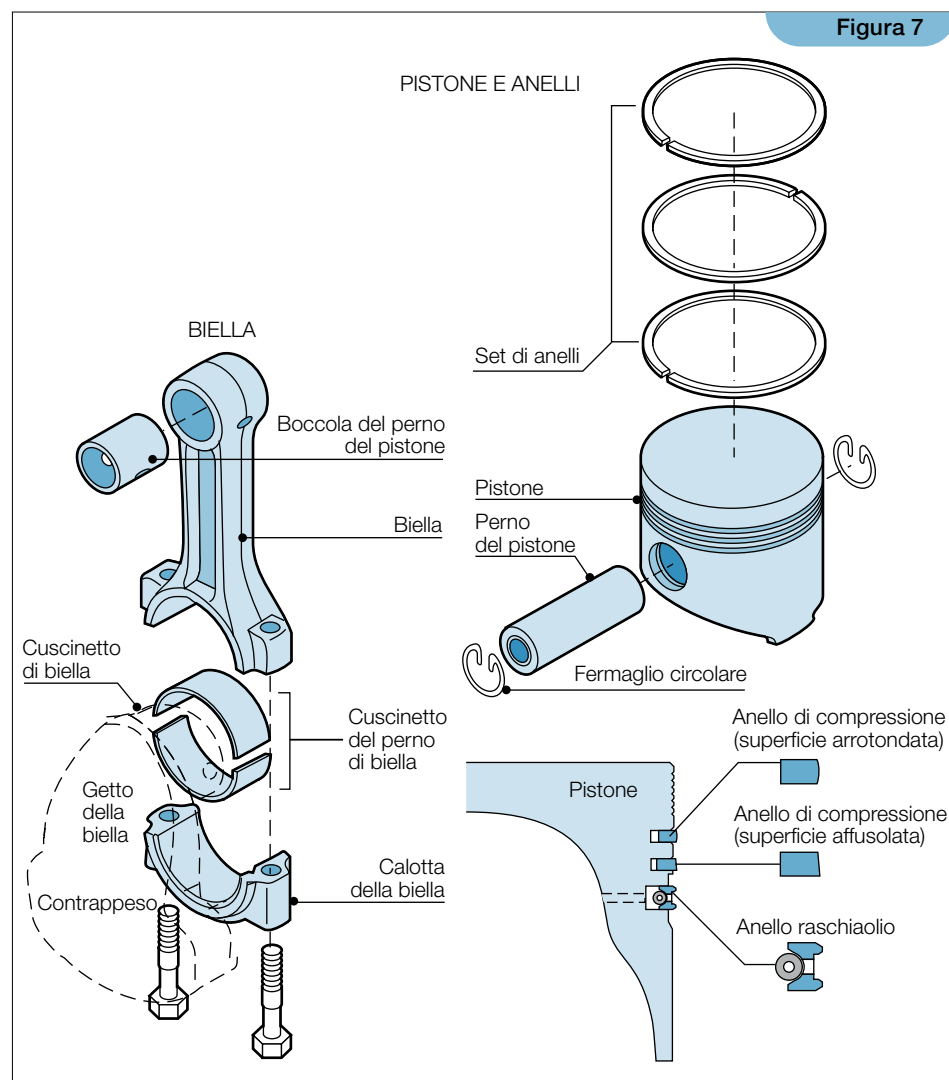
Il congelamento dell'acqua nei condotti di raffreddamento all'interno del blocco-motore può provocare fessurazioni anche in un massiccio blocco di ghisa, costringendo alla rimozione del motore e a una costosa revisione. I tappi a coppa sostituibili ('tappi di congelamento') sono in realtà solo tappi per i filtri usati per la rimozione della sabbia abrasiva dal blocco-motore.

I motori a raffreddamento con acqua di mare sono i più vulnerabili alle fessurazioni del blocco, poiché devono essere mantenuti sempre caldi oppure irrorati con antigelo dopo ciascun utilizzo in climi freddi. I motori a raffreddamento con acqua corrente fanno circolare una miscela di antigelo e acqua nel blocco. Uno scambiatore di calore separato trasferisce il calore di questa miscela raffreddante all'acqua marina fatta circolare da una pompa-motore. Anche così, il settore dello scambiatore di calore in cui circola l'acqua marina e l'involucro di raffreddamento degli scarichi devono essere irrorati con antigelo o asciugati integralmente.

Il pistone

Un pistone nella sua 'vita' può arrivare a percorrere 800.000 km e sopportare qualcosa come un miliardo di esplosioni.

Non si tratta di una passeggiata di piacere. Durante la fase di aspirazione dell'aria si trova a temperatura ambiente e con una pressione negativa. Solo pochi centesimi di secondo dopo è esposto a una temperatura di alcune migliaia di gradi e a una



pressione di 70 kg per cm². Incredibilmente, il pistone sopporta tutto ciò mantenendo una perfetta tenuta stagna.

La tenuta è garantita da una serie di tre anelli elastici. La superficie di scorrimento di ciascun anello è placcata con cromo per la sua resistenza al logoramento e ogni anello ha una sezione trasversale differente. L'anello superiore è esposto alle condizioni peggiori di frizione, così ha una superficie di scorrimento ruvida e arrotondata. Il secondo anello ha la superficie affusolata, in modo da minimizzare l'area di contatto e garantire la tenuta stagna più salda. Il terzo anello (anello raschiaolio) distribuisce l'olio lubrificante sulla superficie del cilindro. I cuscinetti del perno di biella sono lubrificati dall'olio spinto attraverso condotti perforati assialmente nell'albero-motore. L'olio che fuoriesce dai cuscinetti cola sul pistone e sulle pareti interne del cilindro.

Albero-motore

L'albero-motore è il vero cavallo da lavoro del motore, dovendo convertire il movimento alternativo dei pistoni e delle bielle in un moto rotatorio. Le estremità dell'albero-motore sono fissate su cuscinetti portanti.

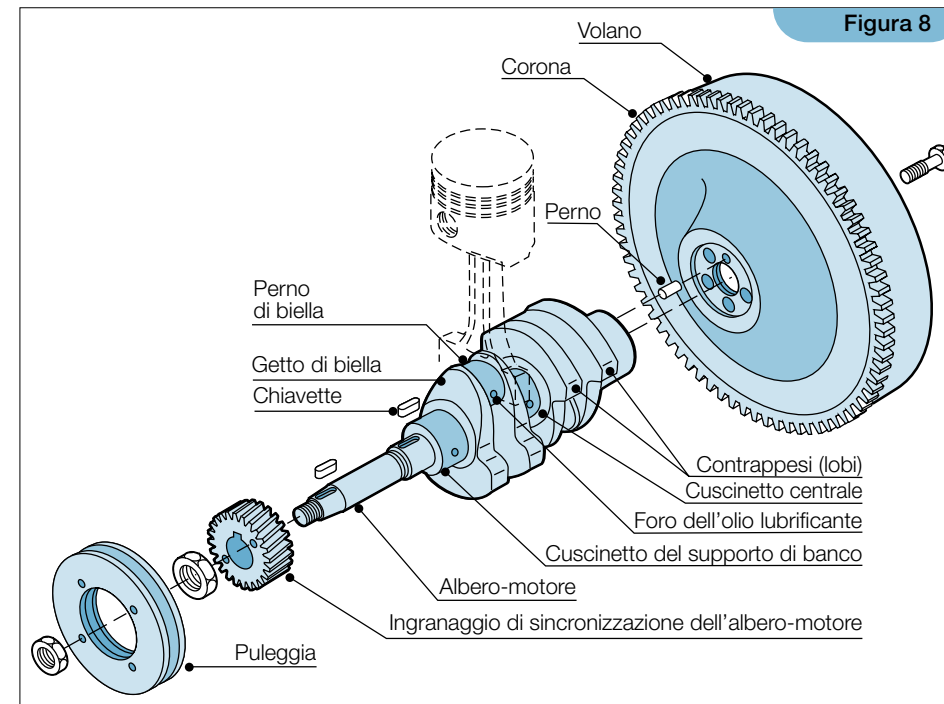
Nel motore Yanmar 2GM a due cilindri, l'albero-motore è anche supportato da un cuscinetto intermedio. Tra i cuscinetti portanti ci sono le sbalze o manovelle dell'albero-motore, che deviano i perni di biella, per formare un sistema biella-manovella (leva di secondo genere). Le manovelle hanno dei lobi piuttosto larghi, o contrappesi, opposti ai perni di biella, che stabilizzano l'albero e minimizzano le vibrazioni del motore. Nella figura 8 è tratteggiato, per miglior leggibilità, solo uno dei due pistoni.

L'albero-motore è perforato, permettendo che l'olio lubrificante vi penetri attraverso fori in ciascuno dei cuscinetti.

A un'estremità dell'albero-motore sono inchiodati l'ingranaggio di sincronizzazione dell'albero-motore e una puleggia. L'ingranaggio dell'albero-motore spinge l'ingranaggio di sincronizzazione dell'albero di distribuzione (pag. 20), che controlla il tempismo delle valvole e della pompa di iniezione del combustibile. La puleggia guida una cinghia che aziona la pompa dell'acqua e l'alternatore.

L'altra estremità dell'albero-motore è imbullonata al volano, che sostiene la corona e fornisce l'inerzia di rotazione.

Una lubrificazione insufficiente è la causa più comune di guasto dell'albero-motore. I rivestimenti dei cuscinetti possono essere comunque rilavorati, per ottenere



superfici di scorrimento rifinite. Come i rivestimenti dei cilindri, i cuscinetti di ricambio sono disponibili in diverse misure rettificate per essere compatibili con i rivestimenti rilavorati.

L'albero di distribuzione

L'albero di distribuzione si trova nella coppa del blocco motore/monoblocco. È azionato dall'ingranaggio di sincronizzazione, che si innesta sull'ingranaggio dell'albero-motore.

Nei motori a quattro tempi l'ingranaggio dell'albero di distribuzione ha sempre il doppio dei denti di quello dell'albero-motore, per cui ruota a metà della velocità di rotazione dell'albero-motore.

L'albero contiene quattro camme eccentriche che comandano le quattro valvole (due di aspirazione e due di scarico) del motore a due cilindri 2GM. Una quinta camma aziona la pompa di alimentazione del combustibile, che distribuisce combustibile dal serbatoio alla pompa di iniezione.

Poiché la pompa di iniezione a sua volta deve fornire il combustibile agli iniettori in sincronia con l'apertura e la chiusura delle valvole, è guidata da una sesta camma (camma del combustibile) inchiodata nell'estremità opposta dell'albero di distribuzione.

Quattro punterie corrono sulle quattro camme delle valvole di aspirazione e di scarico e sollevano le aste di spinta, che si spingono nella testa per azionare le valvole. L'albero di distribuzione è soggetto a carichi sbilanciati in misura minore rispetto all'albero-motore, così non sono necessari né lobi di bilanciamento né cuscinetti intermedi.

