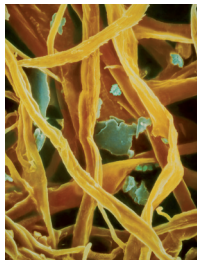
IN COMPRESSIONE E IN COMBUSTIONE La pressione che si forma all'interno della camera di combustione prende le vie più facili, quindi se è presente una bruciatura, quella sarà la via di fuga preferenziale, determinando:

1. Ingresso di aria compressa o gas combusti all'interno del circuito olio (vapori allo sfiato o al tappo di rabbocco) e/o nel circuito acqua (bolle nella vaschetta).
2. Passaggio di olio nell'acqua (tracce di olio nella vaschetta ad espansione – macchie di olio nella poppa della barca in prossimità dello scarico) o viceversa (diluizione dell'olio e striature bianche nell'olio in occasione della sua sostituzione).
3. Aumento della temperatura nel circuito olio e acqua.
4. Perdita di compressione nel cilindro e perdita di rendimento del motore.

4.2 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE

L'impianto di alimentazione trasporta combustibile e comburente nella camera di combustione: al momento giusto e nelle dovute proporzioni. La puntualizzazione è doverosa, perché nei motori diesel il comburente e il combustibile prima di unirsi nella camera di combustione, seguono due strade diverse.

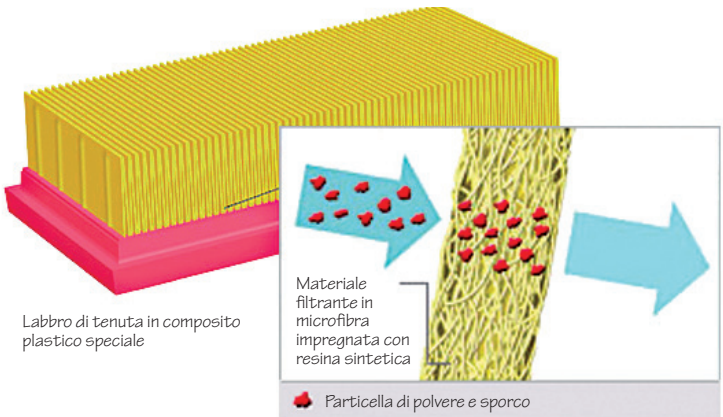


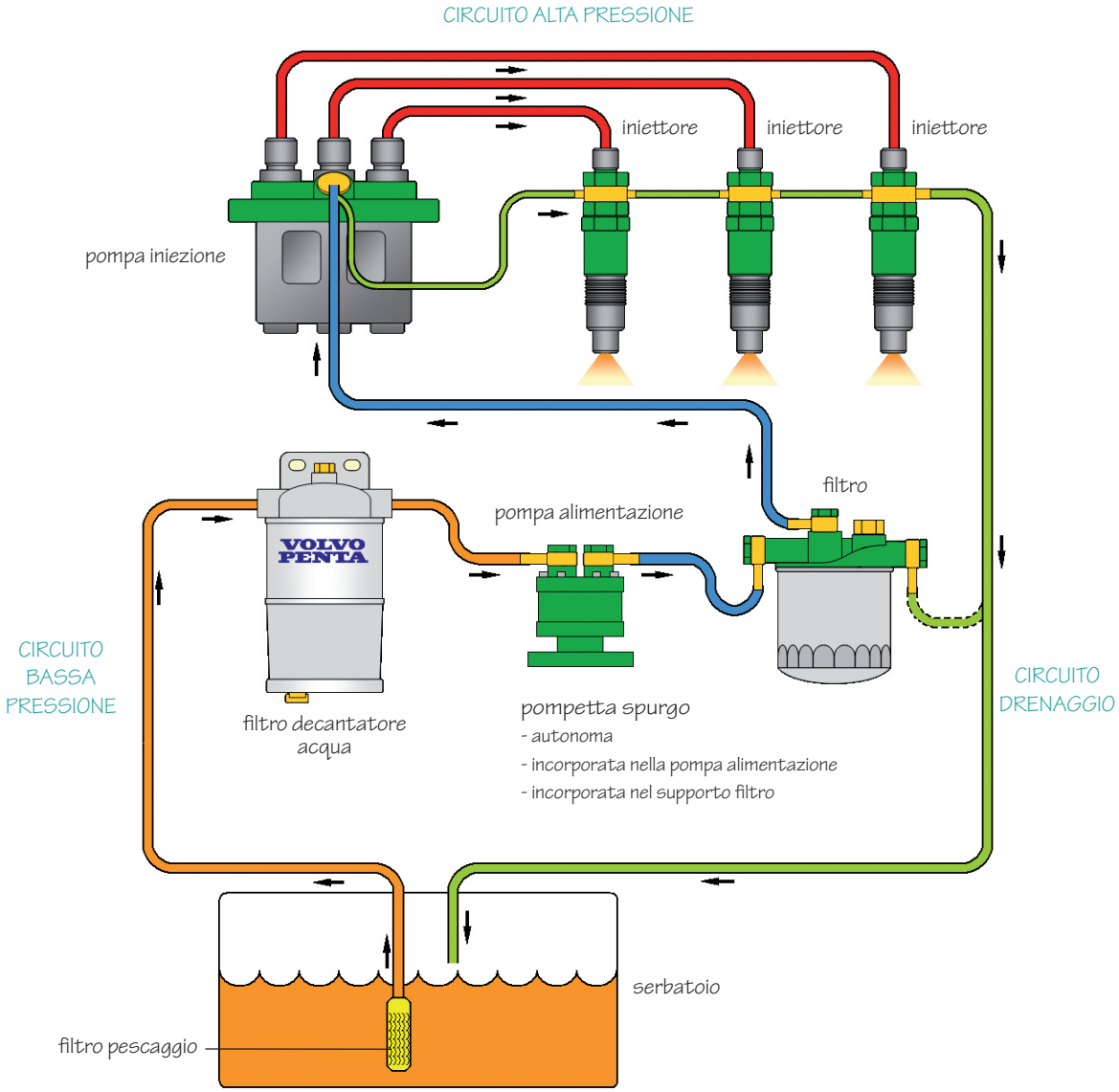
Il percorso dell'aria

L'aria che contiene il comburente (ossigeno) transita dall'esterno nel vano motore attraverso due bocchettoni, predisposti in fase di costruzione dello scafo, uno dei quali l'aspira mentre l'altro fa defluire quella in eccesso.

Prima di entrare nel motore, all'interno della camera di combustione, l'aria deve essere pulita. Per questo vengono predisposti appositi filtri, che trattengono le impurità e il pulviscolo presenti nell'atmosfera.

FILTRO ARIA





Il percorso del combustibile

All'interno della camera di combustione, prima dell'ingresso del combustibile, nel motore diesel è presente aria già compressa. Per riuscire a immettere la quantità giusta di gasolio che possa combinarsi efficacemente con l'aria per avviare la combustione, occorre che il carburante abbia una pressione abbondantemente superiore a quella dell'aria astante, che deve servire anche a polverizzarlo finemente.

Il gasolio che si trova a pressione atmosferica all'interno del serbatoio viene quindi prelevato e compresso, per essere poi iniettato forzatamente nella camera di combustione.

Per questa ragione l'impianto di alimentazione dei motori diesel è costituito da tre circuiti:

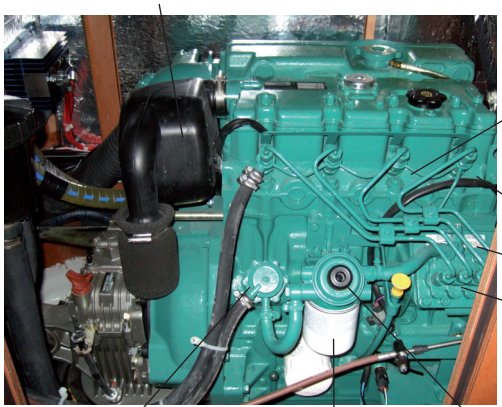
- ***a bassa pressione***, la parte di circuito in cui la pompa di alimentazione aspira il gasolio dal serbatoio e lo invia alla pompa di iniezione, facendolo passare attraverso uno o più filtri (vale per i motori con iniezione di tipo meccanico – successivamente verranno presi in esame i sistemi di iniezione a gestione elettronica);
- ***ad alta pressione***, la parte di circuito che convoglia il combustibile dalla pompa iniezione agli iniettori e lo immette all'interno della camera di combustione;
- ***di drenaggio***, la parte del circuito dove viene raccolto il combustibile in eccesso, quello che rifluisce dalla pompa di iniezione e dagli iniettori, riportandolo all'impianto a bassa pressione (serbatoio o filtri). Il gasolio in eccesso lubrifica e raffredda le parti in movimento della pompa di iniezione e dell'iniettore, e nei motori a gestione elettronica serve anche per il controllo delle pressioni all'interno degli iniettori.

Quindi, le funzioni svolte dall'impianto sono di:

- alimentazione del combustibile nel circuito;
- pompaggio ad alta pressione;
- dosaggio delle quantità pompate;
- fasatura dell'iniezione;
- polverizzazione del combustibile nel motore.

I dispositivi meccanici – idraulici che attuano queste funzioni sono:

- serbatoio;
- pompa alimentazione;
- pompa iniezione;
- iniettore;
- tubazioni (bassa – alta pressione e drenaggio).



4.2.a Il circuito a bassa pressione

Tutto ciò che compone l'impianto di bassa pressione deve fare sì che il gasolio arrivi pulito alla soglia del circuito di alta pressione.



serbatoio in plastica



serbatoi in acciao inox





tubo di aspirazione (pescaggio)
tubo di ritorno (drenaggio)

Serbatoio

È il primo tassello di tutto il circuito.

I materiali usati per la realizzazione dei serbatoi sono in genere l'acciaio inossidabile oppure particolari plastiche resistenti agli idrocarburi, come il polietilene. Il serbatoio ideale sarebbe:

- con deflettori all'interno, per attenuare lo sbattimento del liquido provocato dal rollio e dal beccheggio;
- con indicatore di livello trasparenti;
- con bocchettone di ispezione di diametro grande, per agevolare la pulizia interna (in questo caso i deflettori sono un ostacolo);
- con sfiato diretto senza sifoni o curve contorte.

Spesso il circuito prevede un primo filtraggio già all'interno del serbatoio. Un eventuale filtro del pescaggio, può essere saltuariamente estratto e pulito, per prevenire i problemi causati dall'impurità del gasolio (esempio: motore non parte o tende a spegnersi). Anche se non si tratta di un intervento semplice, se sulla propria barca non fosse previsto, potrebbe valere la pena installarlo, può ridurre sensibilmente i problemi a valle dell'impianto. Per rendere possibili le operazioni di pulizia del filtro occorre predisporre il serbatoio affinché la flangia di fissaggio del tubo da cui viene aspirato il gasolio possa risultare di facile smontaggio (fori filettati e viti a testa esagonale, oppure a brugola, oppure con impronta a croce).

ESTRATTO DALLA DIRETTIVA 2003/44 CE

5.2.2. Serbatoi di carburante

I serbatoi, le tubazioni e le manichette per il carburante sono posti in una posizione sicura e separati o protetti da qualsiasi fonte significativa di calore. Il materiale dei serbatoi ed i loro sistemi di costruzione sono adatti alla loro capacità e al tipo di carburante. Tutti gli spazi contenenti i serbatoi debbono essere ventilati. La benzina viene conservata in serbatoi che non formino parte integrante dello scafo e siano:

- isolati dal vano motore e da ogni altra fonte di ignizione;
- isolati dai locali di alloggio.

Il gasolio può essere conservato in serbatoi facenti parte integrante dello scafo.

NOTE PRATICHE

Conviene mantenere il serbatoio tendenzialmente pieno, la presenza di acqua nel gasolio pregiudica il funzionamento del motore. All'interno dei serbatoi anche solo parzialmente vuoti si crea condensa, che si aggrega sulle pareti superiori e si trasforma in acqua. Gocciolando si deposita sul fondo inquinando il gasolio, con il quale può emulsionarsi nel caso di forti scuotimenti dovuti al moto ondoso, aumentando per altro il rischio che durante l'inverno possa gelare.

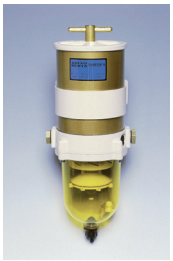
Nel circuito del gasolio non deve mai entrare aria. Per evitare che ciò accada bisogna verificare con regolarità la tenuta dei raccordi, delle tubazioni, dei filtri e delle guarnizioni. Altrimenti il motore non è in grado di funzionare, fermandosi se in azione o non partendo se fermo. Dopo aver rintracciato la causa e risolto il problema, prima di riavviarlo è indispensabile eseguire lo spurgo *(come descritto a p. 153).*

Tra il serbatoio e la pompa di alimentazione solitamente si trovano:

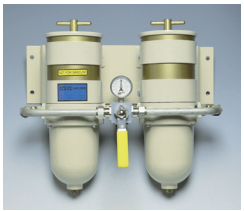
- **il rubinetto di intercettazione del combustibile** Installato secondo le normative vigenti, deve essere collocato in punti facilmente accessibili dell'imbarcazione, per interrompere prontamente l'afflusso di gasolio al motore in emergenza (per un incendio, ad esempio), e per arrestare il motore nel caso in cui i dispositivi deputati non funzionassero; oppure per eseguire manutenzioni all'impianto. È aperto quando la leva è disposta parallelamente ai tubi di raccordo, chiuso quando posta perpendicolarmente. Nel caso, occorre ricordarsi di aprirlo prima di tentare l'avviamento del motore, per non rischiare vane ricerche di avarie inesistenti. Se il circuito tra rubinetto e pompa di iniezione è a tenuta, quindi non presenta perdite o trasudazioni di gasolio (probabili vie di ingresso dell'aria), una volta riaperto il rubinetto non occorre fare lo spurgo.

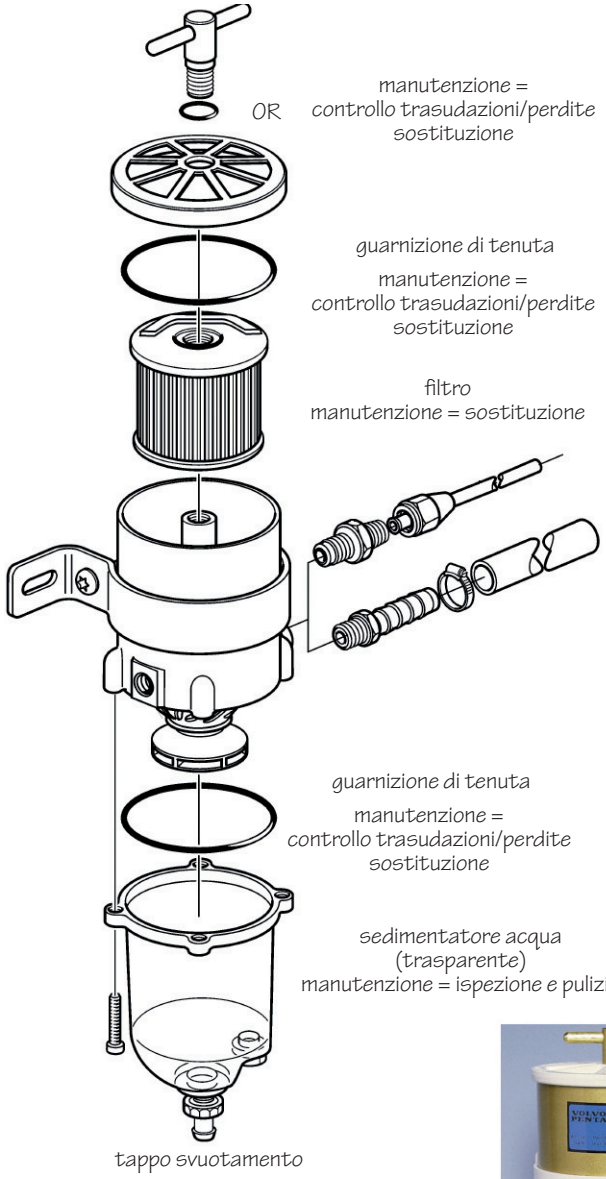


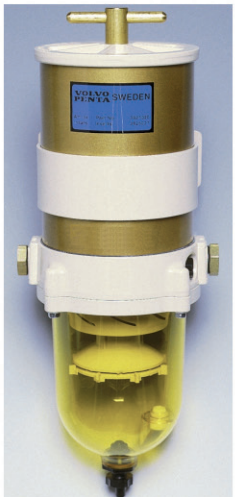
- **Il prefiltro** Serve per una ulteriore filtrazione grossolana dopo il pescaggio e prima della pompa di alimentazione. Si tratta di una separazione medio fine, che si ottiene per mezzo di un filtrino a bicchiere, oppure con un sedimentatore corredato di filtro. In alcuni circuiti sono presenti l'uno e l'altro. Il filtro si trova all'interno di un bicchierino trasparente, che permette di osservare l'eventuale presenza di acqua, di aria (schiuma) e di altre sostanze estranee nel gasolio che sta circolando, così da evitare che entrino in circolo, e scongiurare il rischio di anomalie o malfunzionamenti della pompa di iniezione o degli iniettori.



- **Il sedimentatore (o decantatore)** Dovrebbe essere posizionato sotto il livello del gasolio contenuto nel serbatoio, per evitare che nei periodi di inattività prolungata possa svuotarsi. Avendo lo scopo di separare eventuali tracce di acqua presenti nel gasolio, è necessario che i tubi di entrata e di uscita del filtro decantatore siano collegati alla parte alta del filtro stesso. La sottostante "tazza" spesso è trasparente, in modo da rivelare i depositi e mostrare il livello raggiunto da eventuali sostanze aliene; inoltre è dotata di una vite che permette di estrarre l'acqua presente. Quando fa freddo, con l'involucro trasparente è più facile individuare anche l'eventuale formazione di paraffine, solidificatesi nei pre-filtri e nei sedimentatori.



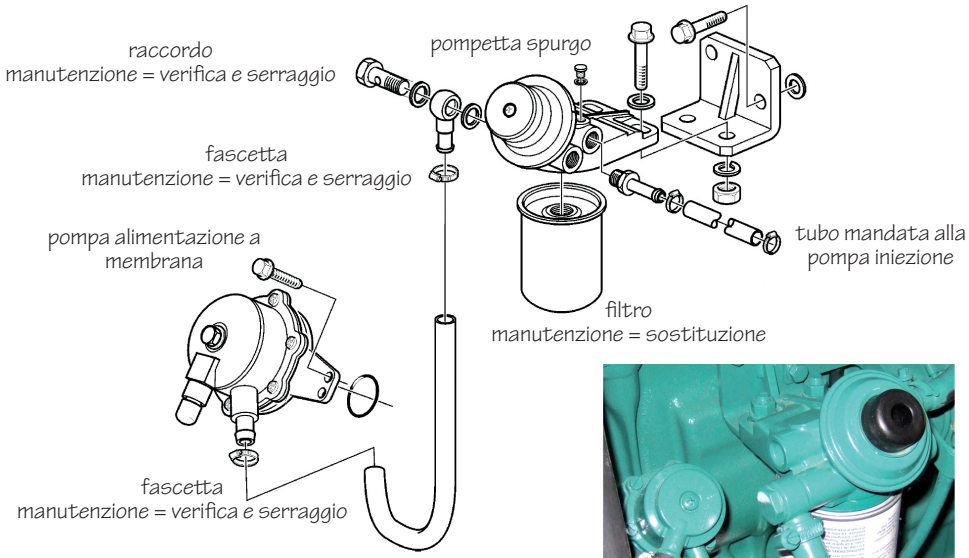


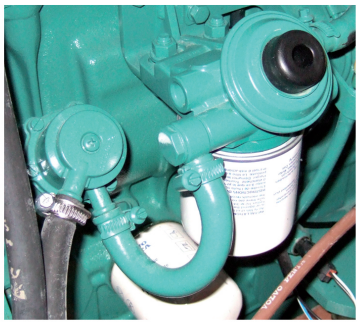


ACCORTEZZE

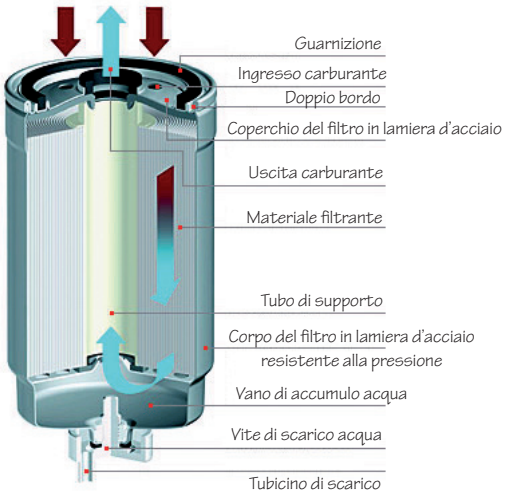
Il tubo di aspirazione del gasolio non deve toccare il fondo del serbatoio, rimanendo staccato di almeno 2/3 cm per non aspirare acqua e sporcizia (entrambe più pesanti del gasolio).
Non tenere il motore in moto con molto rollio e beccheggio o a barca molto sbandata (max. 15-20°C); si rischia di aspirare la sporcizia dal serbatoio gasolio.
Verificare periodicamente la guarnizione del tappo del rifornimento; se deteriorata va sostituita per evitare infiltrazioni di acqua dall'esterno. È consigliabile avere a bordo qualche guarnizione di scorta.
Se il serbatoio ne è provvisto, verificare periodicamente l'integrità del cavo di messa a terra, per evitare che le eventuali correnti vaganti possano intaccarne le pareti, fino a forarle.

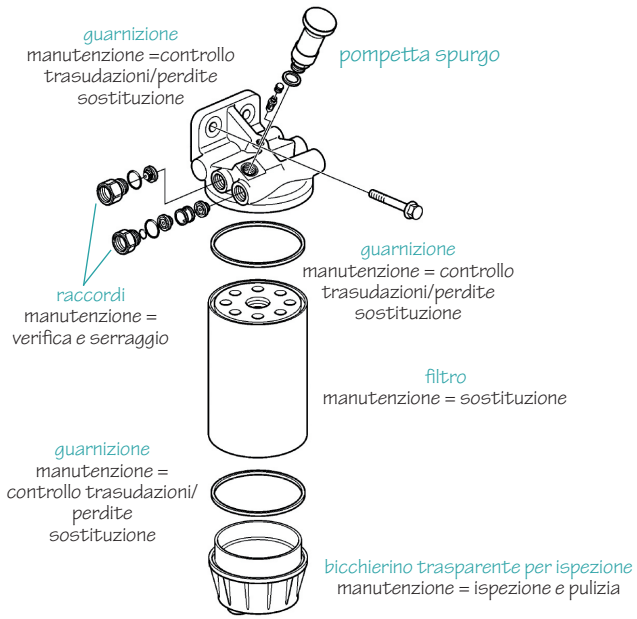
La pompa di alimentazione Seguendo il percorso del gasolio, dopo il sedimentatore e il prefiltro si giunge alla pompa di alimentazione, che aspira il gasolio dal serbatoio e lo invia alla pompa di iniezione, per mantenere sempre pieno il circuito di bassa pressione.

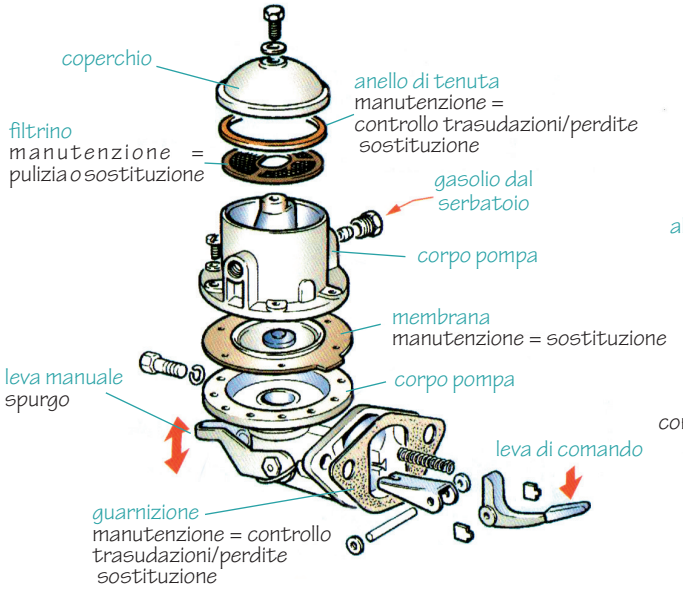




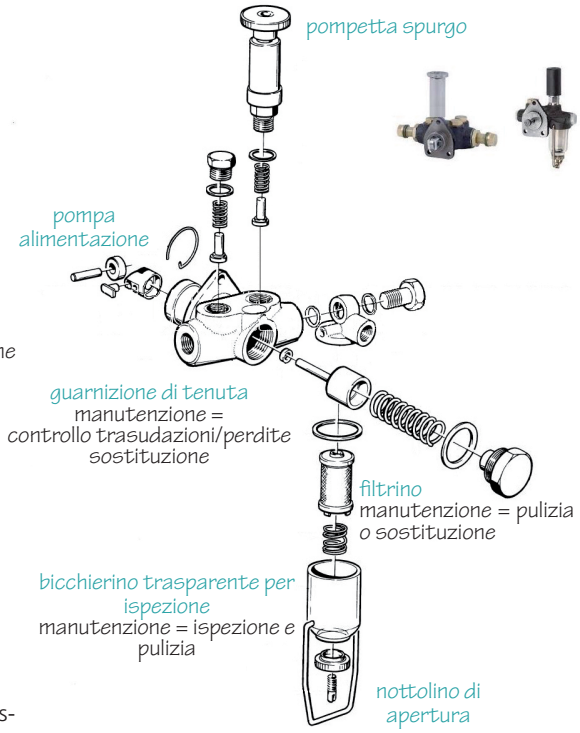
FILTRO GASOLIO



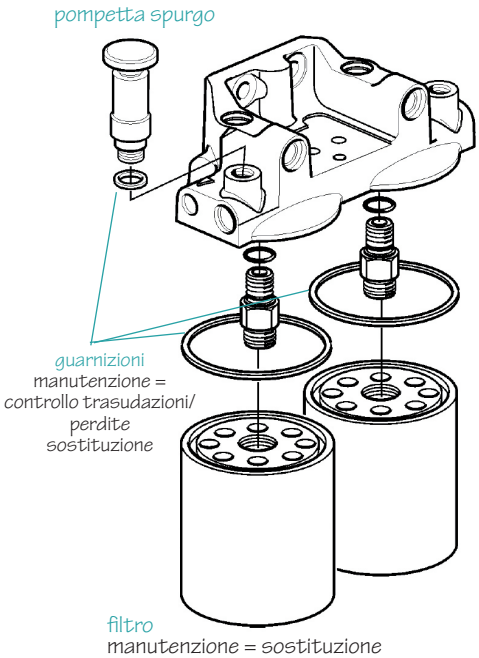




PER POMPE INIEZIONE ROTATIVE



PER POMPE INIEZIONE IN LINEA



Il meccanismo della pompa di alimentazione può essere a membrana oppure a stantuffo. ma in entrambi i casi viene azionato dal motore stesso, con collegamento meccanico all'albero motore o all'albero della distribuzione, per garantirne il funzionamento quando necessario, cioè a motore acceso.

Nel caso dovesse rendersi necessario lo spurgo, è prevista anche una pompetta a mano, a volte incorporata direttamente nel supporto del filtro gasolio, azionata da un pulsante nero oppure attraverso una levetta definita adescatore.

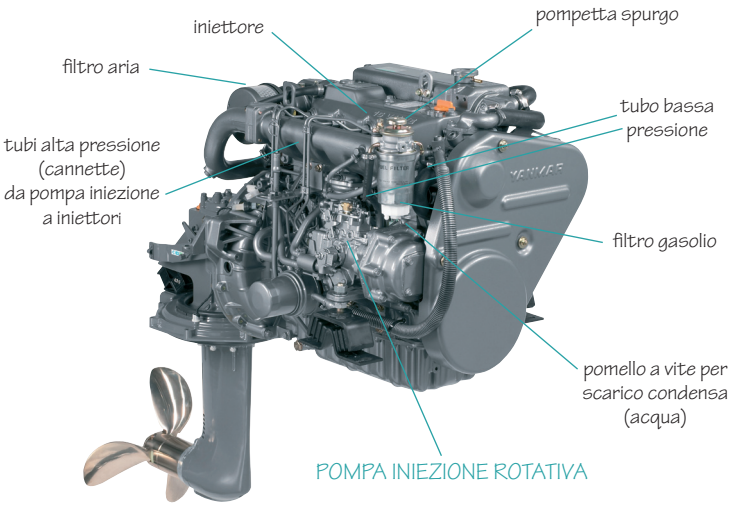
Superata la pompa di alimentazione, con uno o più filtri (secondo le scelte del costruttore) viene effettuato un ultimo filtraggio molto fine, che può raggiungere i 10-20 millesimi di millimetro (micron). Secondo le indicazioni contenute nel libretto di uso e manutenzione, i filtri del gasolio devono essere sostituiti dopo un determinato numero di ore motore.

Attenzione ai filtri in carta: dopo il rimessaggio invernale o dopo una prolungata inattività, la carta tende a marcire; avviando il motore i frammenti di carta entrerebbero in circolo intasando il circuito. Conviene sostituirli prima di avviare il motore.

4.2.b Il circuito ad alta pressione

Il suo compito principale è quello di innalzare la pressione del gasolio fino a raggiungere condizioni prossime a quelle di iniezione. Ma non è l'unica funzione svolta dal circuito ad alta pressione, che deve anche:

- garantire che la mandata del gasolio ad alta pressione avvenga solo quando il pistone ha quasi terminato la fase di compressione e che, nel caso di un motore con due o più cilindri, le varie mandate rispettino l'ordine di combustione (esempio di un motore a 4 cilindri – l'ordine di combustione è 1°-3°-4°-2°). Per ottenere questo duplice scopo l'albero motore e l'apparato di iniezione devono essere in fase tra di loro;
- dosare la mandata del gasolio a seconda della posizione della leva acceleratore;
- anticipare o ritardare la mandata del gasolio in funzione della velocità di rotazione del motore;
- iniettare in forma polverizzata il gasolio all'interno della camera di combustione;
- mettere in mandata nulla il gasolio quando si aziona il comando di arresto del motore.



I sistemi con cui vengono svolte e amministrate le diverse funzioni indicate nell'elenco sono cambiati nel corso del tempo. Il passaggio dalle modalità meccaniche alle più raffinate gestioni elettroniche è stato inevitabile, anche se in ambito nautico i motori spesso utilizzano tecnologie dell'uno o dell'altro genere.

In ordine di tempo, sono stati realizzati due sistemi che si avvalgono di pompe meccaniche, fatte funzionare direttamente dall'albero motore attraverso trasmissioni anch'esse di tipo meccanico:

- pompa di iniezione in linea.
- pompa di iniezione rotativa.

Per individuare dall'esterno quale pompa sia montata su un determinato motore, occorre prestare attenzione alle cannette, i tubicini che portano il gasolio in pressione dalla pompa all'iniettore. Con la prima le cannette sono una in fila all'altra (in linea), mentre nella seconda sono disposte in cerchio attorno al tubo da cui arriva il gasolio a bassa pressione (centrale) e il sistema pompante è collocato all'interno della pompa che distribuisce il gasolio in senso rotatorio (rotativa).

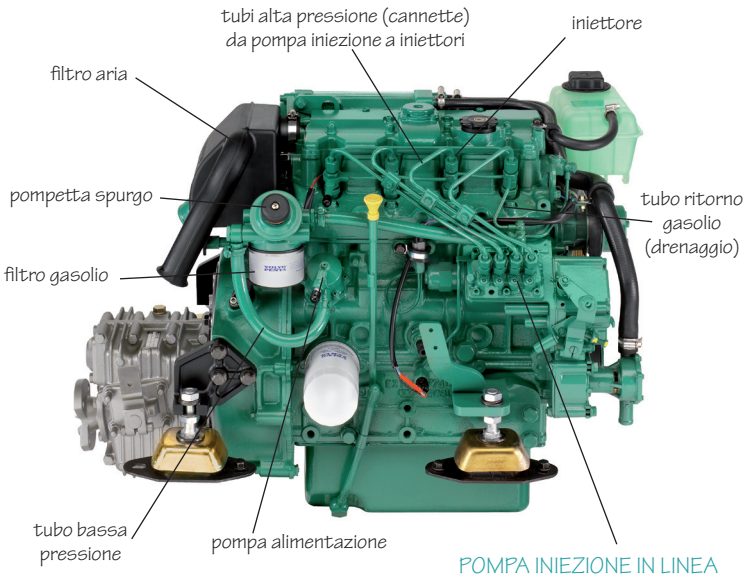
La pompa di iniezione in linea contiene tanti elementi pompanti quanti sono gli iniettori (e quindi i cilindri) previsti a valle.

Ogni elemento pompante prevede un pistoncino che si alza e si abbassa mediante un albero a camme, azionato direttamente dall'albero motore. Mentre si abbassa aspira il gasolio da un condotto a contatto con il tubo di bassa pressione. Alzandosi, una molla calibrata controlla il condotto di alta pressione, che si apre solo quando il gasolio raggiunge la pressione giusta.

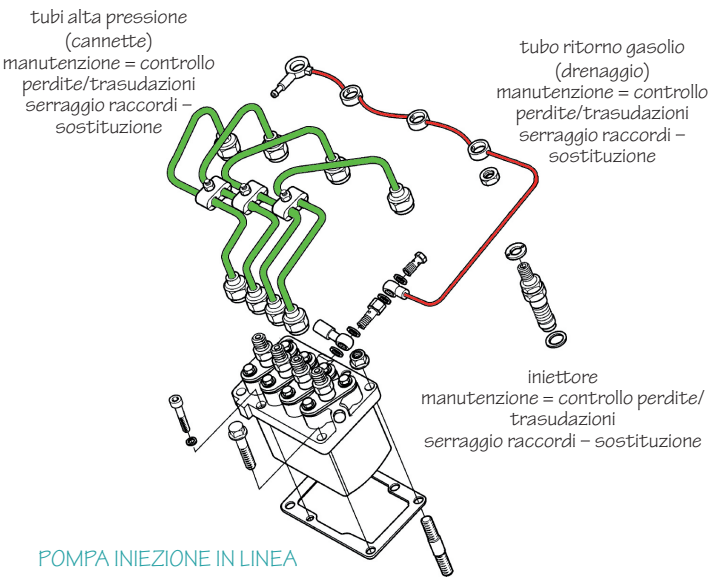
La leva dell'acceleratore sulla consolle di comando agisce sul pistoncino tramite un'asta a cremagliera, che lo fa ruotare per ottenere una portata di gasolio maggiore (accelerazione) o minore (decelerazione).

Tirando il pomello di spegnimento o premendo il pulsante di arresto motore, tramite un leveraggio o un comando elettrico si agisce sulla stessa asta a cremagliera, che interviene ruotando il pistoncino in posizione di mandata nulla del gasolio.

All'interno della pompa di iniezione ci sono anche un regolatore di giri e un variatore, che controllano sia la quantità di gasolio da inviare agli iniettori, sia il momento più funzionale per alimentarli, adeguandoli al regime del motore. Questi dispositivi servono anche ad evitare i "fuori giri" del motore.



POMPA INIEZIONE IN LINEA



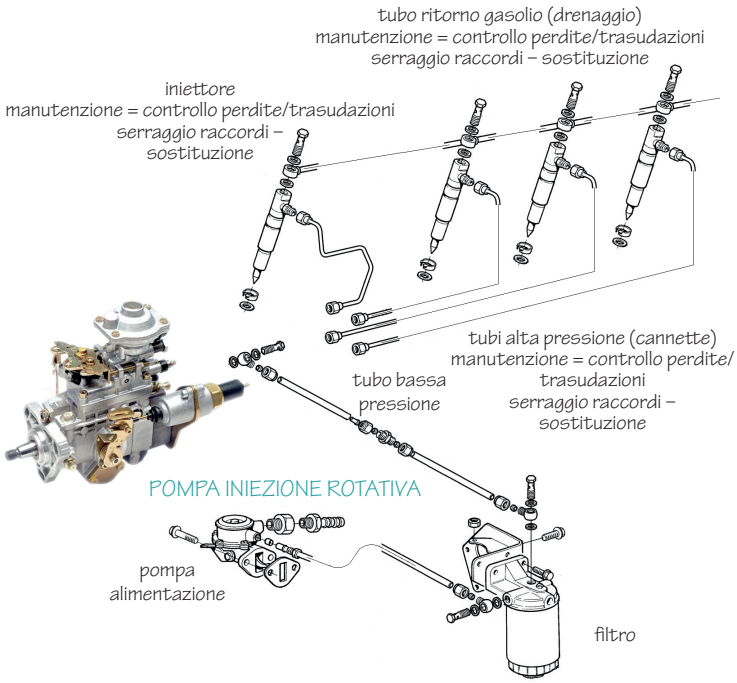
POMPA INIEZIONE IN LINEA

PRO E CONTRO

Le pompe in linea di prima generazione avevano dimensioni e pesi notevoli. Con l'avvento delle nuove tecnologie si sono fatte più "snelle", pur rimanendo di peso e dimensioni elevati, tanto da essere preferite per equipaggiare i motori di grossa cilindrata. Le pompe rotative, risultando di dimensioni più contenute, hanno portate limitate di gasolio e di conseguenza possono servire solo cilindrate di volume ridotto.
Non va dimenticato che con le grosse cilindrate si possono avere molti cilindri di piccolo diametro oppure pochi cilindri di diametro maggiore. In ambedue i casi, soprattutto il secondo, le masse in movimento (pistoni, bielle, albero motore) sono notevoli e le velocità di rotazione devono essere contenute, per evitare che l'inerzia dei pistoni, e di conseguenza di tutti gli organi collegati, diventi ingestibile.
Nella fattispecie sono più funzionali le pompe in linea.
Le pompe rotative si rivelano più adatte ai motori cosiddetti veloci, cioè motori che per la loro piccola cilindrata possono raggiungere regimi di giri più elevati rispetto ai motori di grossa cilindrata.

La pompa di iniezione rotativa mantiene una filosofia che si discosta poco da quella in linea.

Riceve il gasolio a bassa pressione, lo porta ad avere la giusta pressione per l'iniezione, lo dosa in quantità, mantenendone il flusso in fase con il motore al quale è collegata da una trasmissione, ne interrompe l'afflusso quando viene impartito il comando di arresto del motore. La definizione più adatta è pompa a distributore rotante.



Ci sono vari modelli di pompe rotative, progettate da diverse case costruttrici (Bosch, Cav). Al loro interno i meccanismi sono diversi ma il funzionamento si può ricondurre a un unico procedimento.

Il gasolio arriva a bassa pressione ed entra nel distributore rotante, costituito da uno o più pistoncini e da un eccentrico. I pistoncini, mossi dall'eccentrico, schiacciano il gasolio, dando luogo all'aumento di pressione.

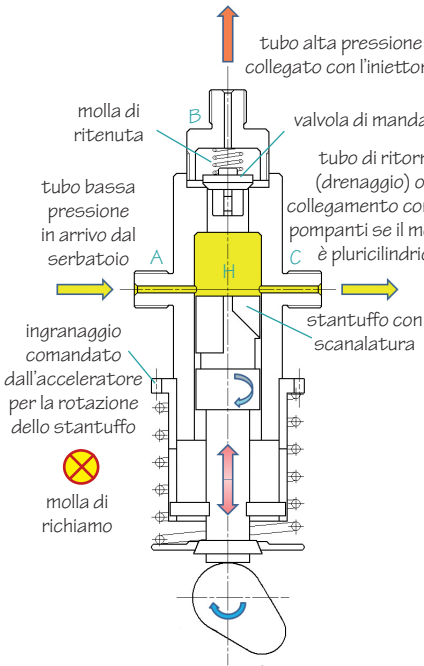
Il gasolio ad alta pressione viene poi distribuito dagli stessi pistoncini, che lo inviano agli iniettori tramite tubazioni disposte in senso circolare sulla testata della pompa. (vedere immagine/distributore pompa rotativa). Agendo su una valvola dosatrice, è la leva dell'acceleratore a controllarne la portata.

Al comando di arresto motore la leva dell'acceleratore porta in mandata nulla il meccanismo di pompaggio posto all'interno del sistema di iniezione.

Anche la pompa di iniezione rotativa ha la possibilità di variare il momento della mandata di gasolio a seconda del regime di rotazione del motore, regolandone la velocità per evitare il fuori giri.

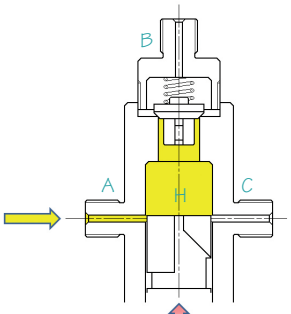
L'evoluzione più recente ha risentito dell'avvento sempre più rilevante dell'elettronica. Così sono nati il common rail e l'iniettore pompa.

POMPA INIEZIONE IN LINEA
sezione del pompante

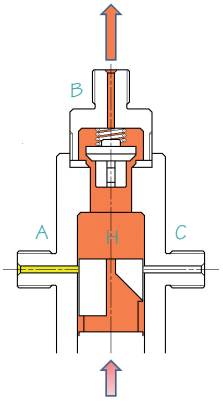


eccentrico mosso dall'albero motore
il collegamento tra questo albero e l'albero motore consente di avere la fasatura tra salita e discesa del pistone (fasi di aspirazione, compressione, espansione, scarico) e l'istante in cui deve avvenire l'iniezione del combustibile

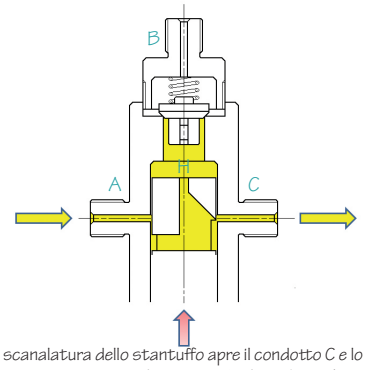
Funzionamento



Fase 1 – lo stantuffo sale e chiude i condotti A e C
inizio compressione del combustibile all'interno della camera H

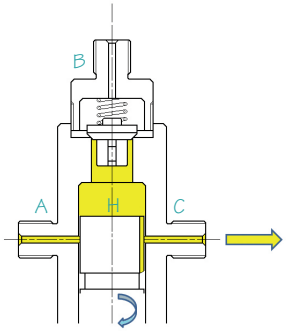


Fase 2 – lo stantuffo sale
la pressione del combustibile all'interno della camera H vince la forza della molla di ritenuta – si apre la valvola di mandata
invio del combustibile all'iniettore

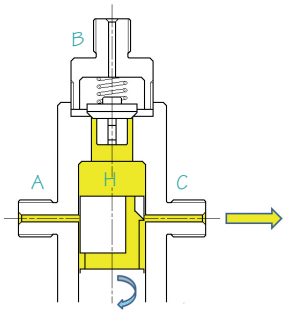


Fase 3 – la scanalatura dello stantuffo apre il condotto C e lo mette in comunicazione con la camera H e il condotto A
la pressione nella camera H si scarica e la molla di ritenuta con la valvola chiudono la mandata del combustibile all'iniettore.

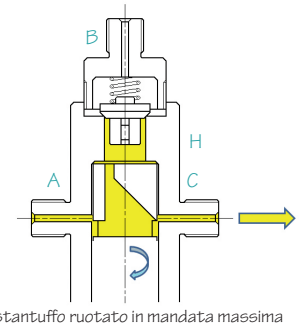
Durata della mandata (accelerazione)



stantuffo ruotato in mandata nulla
la scanalatura si trova di fronte al condotto C e mantiene in scarico la camera H
il combustibile non viene compresso e quindi non viene inviato all'iniettore
IL MOTORE SI ARRESTA



stantuffo ruotato in mandata minima
il combustibile viene compresso per la corsa minima dello stantuffo per poi andare in scarico come descritto nella fase 3
IL MOTORE RESTA ACCESO AL REGIME MINIMO



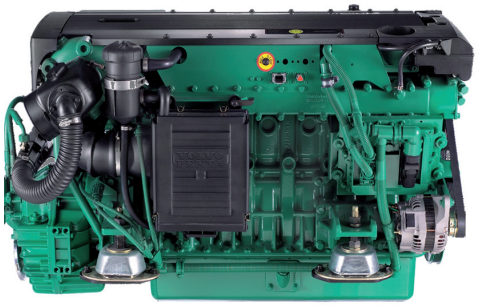
stantuffo ruotato in mandata massima
il combustibile viene compresso per la corsa massima dello stantuffo per poi andare in scarico come descritto nella fase 3
IL MOTORE È AL REGIME MASSIMO

Il common rail

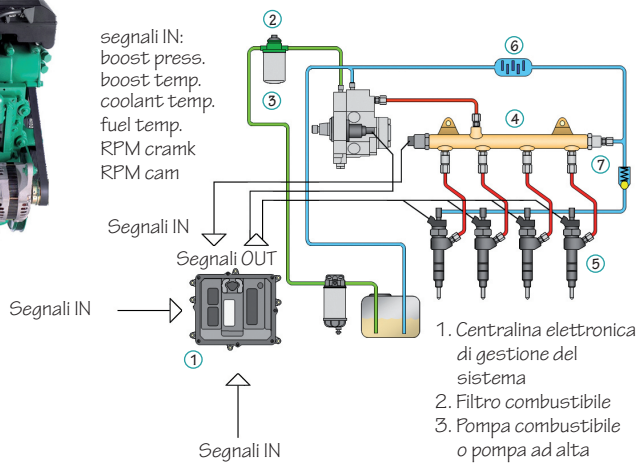
Semplificando un poco il concetto, si tratta di un condotto ad alta pressione al quale sono collegate le cannette di tutti gli iniettori presenti nel motore. Il circuito a bassa pressione è simile a quello degli impianti già descritti.

La pompa ad alta pressione è un apparato che riceve il gasolio a bassa pressione, e lo porta ad alta pressione (a seconda delle scelte progettuali si va da 1600 a 2000 bar, ma si sta già lavorando sui 2400 bar) per mantenerla lungo tutto il circuito. La pompa non dosa la quantità di gasolio da inviare, e non è necessario che sia in fase con il motore. Deve solo dare pressione al gasolio.

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE COMBUSTIBILE A GESTIONE ELETTRONICA COMMON RAIL

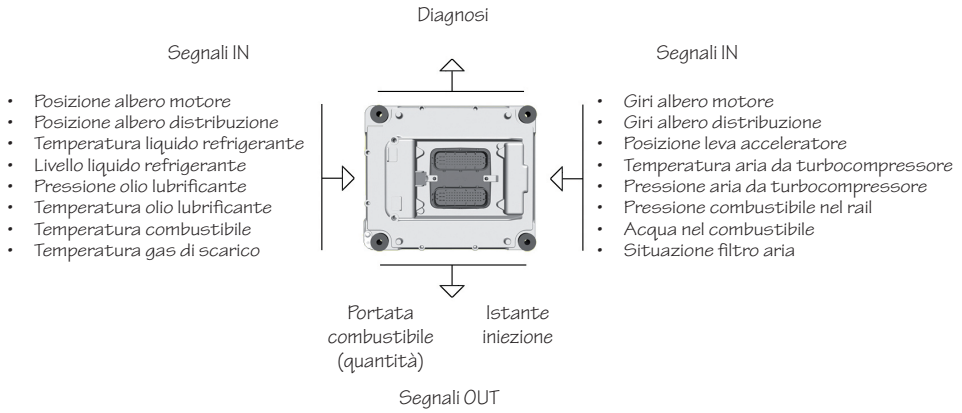


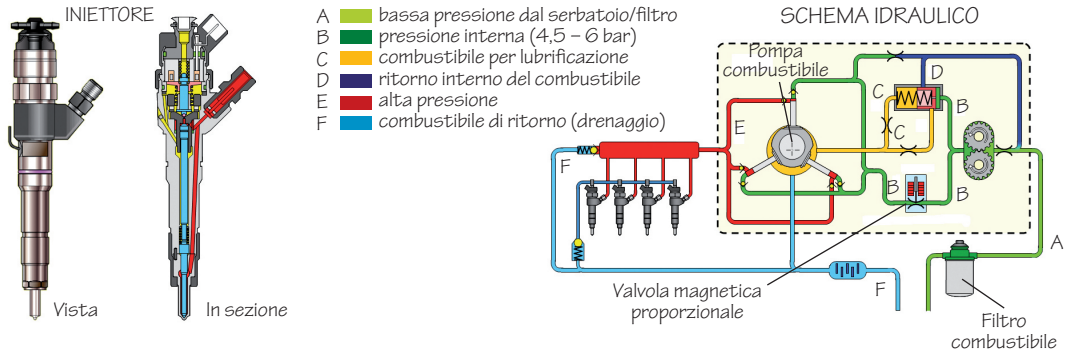
COMPONENTI L'IMPIANTO



CENTRALINA ELETTRONICA DI GESTIONE DEL SISTEMA COMMON RAIL

Dati in ingresso e uscita





Con questo apparato la pressione generata viene contenuta all'interno del "flauto". Viene chiamato così in gergo il common rail, perché sugli iniettori sono posizionate tutte le elettrovalvole comandate da una centralina elettronica.

Inviate da vari sensori distribuiti nel motore, la centralina riceve diverse informazioni, tra le quali:

- la posizione della leva acceleratore;
- la temperatura dei gas di scarico;
- la temperatura dell'acqua di raffreddamento;
- la temperatura dell'olio di lubrificazione;
- la posizione e la velocità dell'albero motore;
- la posizione dell'albero a camme;
- la fase tra albero motore e iniezione;
- la portata di aria;
- la pressione del combustibile;
- la pressione atmosferica;
- la temperatura dell'aria;
- la temperatura del combustibile.

Tutti questi dati vengono analizzati e utilizzando i risultati delle analisi la centralina decide quando, per quanto tempo e per quante volte aprire la mandata del gasolio, considerando che l'iniettore di un common rail nell'ambito della stessa iniezione può essere comandato per aprirsi in meno di un millesimo di secondo, per 5 volte o più. La quantità di iniezioni parziali viene decisa dai progettisti, soprattutto per ridurre i consumi e la rumorosità del motore, ottenendo il massimo dell'efficenza anche a bassi regimi.

Pure lo spegnimento del motore interrompe l'alimentazione agendo direttamente sulla centralina.

INIETTORI

Due tipi differenti di camere di combustione richiedono iniettori di genere differente: a iniezione diretta e a iniezione indiretta.

INIEZIONE DIRETTA

Pro

Maggiore rapporto di compressione (22-23 : 1), quindi:

- minore consumo di carburante facilità di avviamento senza preriscaldo.

Contro

Maggiore pressione di alimentazione (da 150 a 250 bar), quindi:

- maggiori vibrazioni motore + rumoroso materiale di iniezione più stressato. Orifizi iniettori con diametro piccolo, quindi facili ad ostruirsi

INIEZIONE INDIRETTA

Pro

Minore pressione di alimentazione (circa 100 bar), quind:

- minori vibrazioni motore + silenzioso materiale di iniezione meno stressato. Orifizi iniettori con pernetto, quindi meno facili ad ostruirsi.

Contro

Minore rapporto di compressione (20-21 : 1), quind:

- maggiore consumo di carburante l'avviamento deve essere fatto con candelette di preriscaldo.

L'iniettore pompa

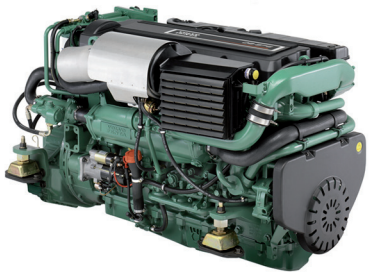
Prendendo a riferimento il common rail, e sempre semplificando, l'iniettore pompa sostituisce la comune pompa ad alta pressione, per avvalersi invece di tante pompe di asservimento per quanti sono gli iniettori.

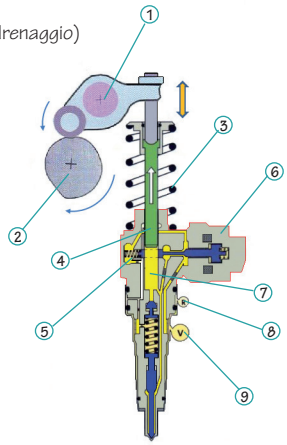
Ogni pompa singola viene azionata dall'albero motore tramite una specifica trasmissione, e invia all'iniettore il gasolio ad alta pressione passando attraverso una elettrovalvola. L'elettrovalvola viene gestita da una centralina elettronica, esattamente come accade con il common rail.

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE COMBUSTIBILE A GESTIONE ELETTRONICA
INIETTORE POMPA



1. bilanciere
2. eccentrico attuatore
3. molla
4. pompa a stantuffo
5. valvola a spillo
6. attuatore piezoelettrico
7. camera alta pressione
8. ritorno del combustibile (drenaggio)
9. passaggio interno





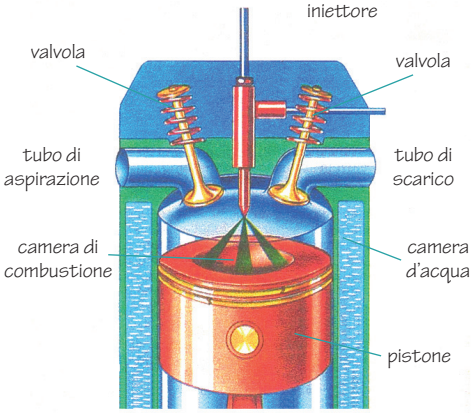
L'iniettore

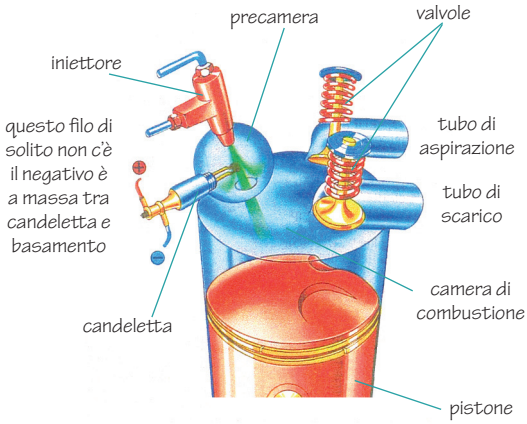
È l'ultimo anello della catena nell'impianto di alimentazione.

All'interno di un iniettore di tipo meccanico, una spina chiude il foro (o i fori) di iniezione (polverizzatore). La spina viene tenuta chiusa da una molla di contrasto la cui forza determina la pressione di iniezione.

Quando il gasolio, in arrivo dalla pompa, raggiunge una pressione tale da riuscire a vincere la forza della molla, la spina si apre e il gasolio entra nella camera di combustione.

Appena la pressione cala, la spina, spinta dalla molla, chiude il foro (o i fori) del polverizzatore e l'iniezione del gasolio viene interrotta.Con il passare del tempo e dall'uso, la molla tende a snervarsi. In questo caso la mandata del gasolio diventa eccessiva, non viene contrastata in modo energico





e risulta troppo lenta. Il motore emette fumo nero e gli iniettori gocciolano.

Anche negli iniettori a comando elettronico (common rail o iniettori pompa), una molla aiuta la chiusura decisa della spina per evitare gocciolamenti di gasolio, ma l'apertura e la chiusura della spina avviene agendo sulla pressione del gasolio presente all'interno dell'iniettore stesso. Questo si ottiene attraverso l'eccitazione di un solenoide azionato elettricamente dalla centralina di comando, che permette di attuare diverse iniezioni in successione (pre-iniezione, iniezione principale, post-iniezione) nell'ambito di una stessa iniezione.

Riassumendo

Sulla pompa di iniezione devono essere visibili:

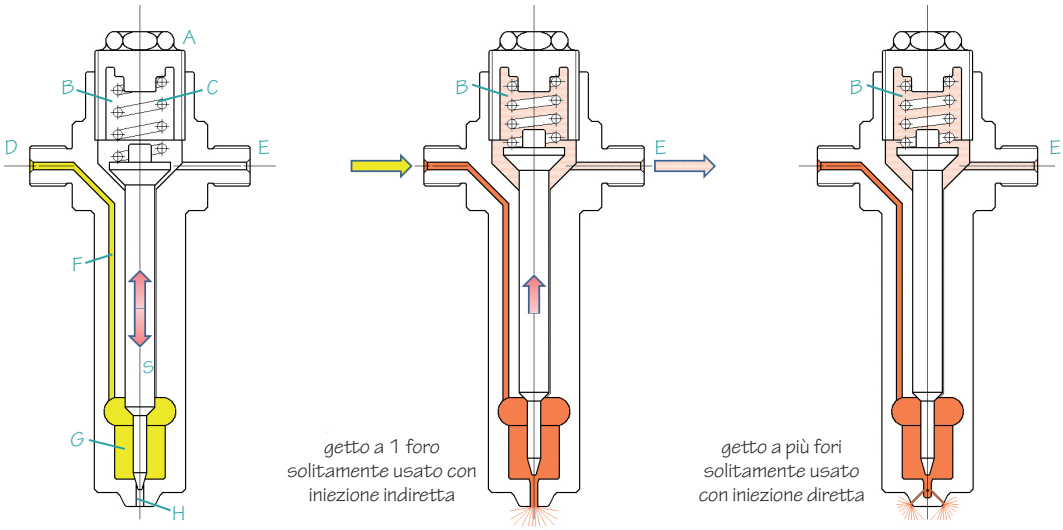
- un tubo a bassa pressione in arrivo dalla pompa di alimentazione;
- tante cannette quanti sono i cilindri del motore, che partono dalla pompa e arrivano agli iniettori;
- un tubo di drenaggio in uscita dalla pompa, che torna al circuito di bassa pressione.

Su ogni iniettore devono essere visibili:

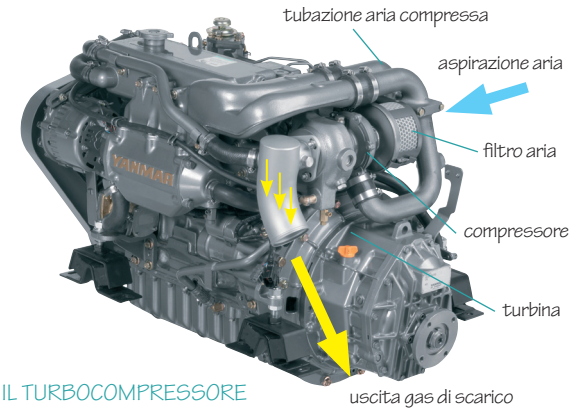
- una cannetta in arrivo dalla pompa di iniezione;
- un tubo di drenaggio che unisce gli iniettori tra di loro, raccoglie il gasolio in eccesso e lo riconduce all'impianto di bassa pressione.

Considerati i valori di pressione in gioco, per di più di tipo pulsante, le cannette devono essere realizzate in materiale metallico, di diametro sottile ma di spessore notevole, quindi con un foro interno piccolissimo.

Anche il tubo di drenaggio è sottoposto a valori significativi di pressione e di temperatura, determinati dallo stato del motore e dal gasolio al suo interno, quindi è necessario che sia realizzato con materiali resistenti al calore.



Il combustibile in pressione, inviato dalla pompa iniezione, arriva al raccordo D.
In tal modo, il combustibile contenuto nel canale F e nella camera G, aumenta di pressione.
La molla C spinge lo stelo S con una forza registrabile sul cappellotto A (taratura della pressione di iniezione – personale specializzato e strumentazione specifica). Lo stelo S chiude con la sua parte terminale il foro H.
Quando la pressione del combustibile contenuto nella camera G vince la forza della molla C, lo stelo S si alza e apre il foro H che lascia passare il gasolio (INIEZIONE).
Il foro H è molto piccolo quindi il combustibile in pressione entra nella camera di combustione a velocità elevatissima che serve a nebulizzarlo. L'iniezione continua fino a che la pompa di iniezione invia combustibile in pressione.
Appena la pressione diminuisce, la forza della molla C chiude il foro H tramite lo spostamento dello stelo S.
Durante il suo funzionamento, tra lo stelo S e il corpo iniettore si viene a creare un trafilamento di combustibile che serve a lubrificare e raffreddare le parti in movimento. Questo combustibile arriva alla camera B.
Per scaricare la pressione, che disturberebbe l'azione della molla C, il combustibile viene fatto defluire verso il circuito di bassa pressione attraverso il raccordo E (drenaggio).



IL TURBOCOMPRESSORE

La sovralimentazione

Le prestazioni di un motore dipendono dalla massa di aria e dalla corrispondente quantità di carburante che può essere introdotta nei cilindri.

Per aumentare la potenza di un motore, o per mantenere la stessa potenza diminuendo la cilindrata e quindi le dimensioni del motore, è necessario introdurre una maggiore quantità di aria e di carburante, senza variare il rapporto stechiometrico *(vedi p. 56)*.

Lo scopo della sovralimentazione è molteplice:

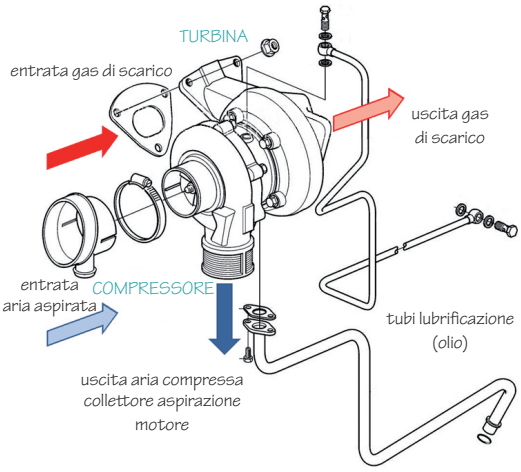
- incrementa il carico di aria (comburente) che viene aspirata/condotta nel cilindro. Inserendo nel cilindro aria compressa si aumentano le prestazioni (coppia e potenza) pur mantenendo costante la cilindrata;
- recupera fino al 25% dell'energia che andrebbe dispersa nei gas di scarico;
- migliora il rendimento globale del motore.

In queste condizioni si ottiene un incremento del rendimento volumetrico del motore, quindi, per mantenere costante il rapporto stechiometrico, sorge la necessità di utilizzare un dispositivo che permetta di variare la quantità di combustibile in funzione del riempimento dei cilindri. Il dispositivo che viene montato sulla pompa di iniezione si chiama L.D.A. (adeguamento della portata in funzione del carico).

Per soddisfare queste esigenze si utilizza il turbo compressore, cuore di un impianto costituito da un compressore centrifugo, trascinato da una turbina centripeta per mezzo di un alberino. Analizzato nelle sue parti, il "turbo" è composto da:

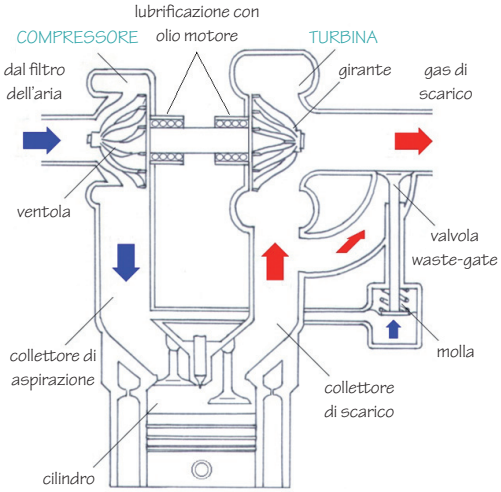
- una turbina con forma a spirale, racchiusa in un corpo chiamato chiocciola, normalmente in ghisa. La turbina viene azionata dai gas in uscita dal collettore di scarico;
- un corpo centrale che supporta i cuscinetti e l'asse che collega turbina e compressore con la dovuta lubrificazione;
- un compressore - racchiuso in un corpo di alluminio – che viene fatto girare dalla turbina e aspira l'aria dall'esterno, comprimendola.

I giri che può raggiungere sono molto elevati.



La valvola wastegate

È un dispositivo che "sente" la pressione dell'aria in uscita dal compressore e quando la ritiene eccessiva attiva una valvola che parzializza i gas deviandoli direttamente verso lo scarico, evitando che attraversino la turbina. In questo modo i giri del turbo diminuiscono, riducendo di conseguenza anche la pressione dell'aria. Questo evita che il motore venga distrutto "per eccesso di aria".

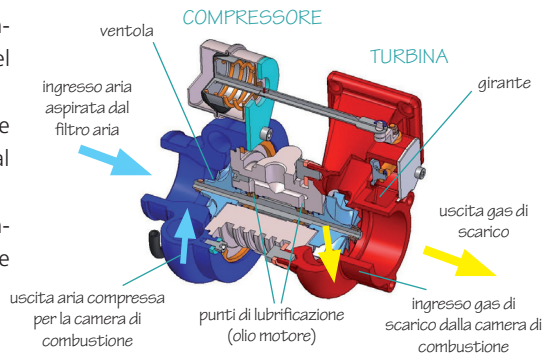


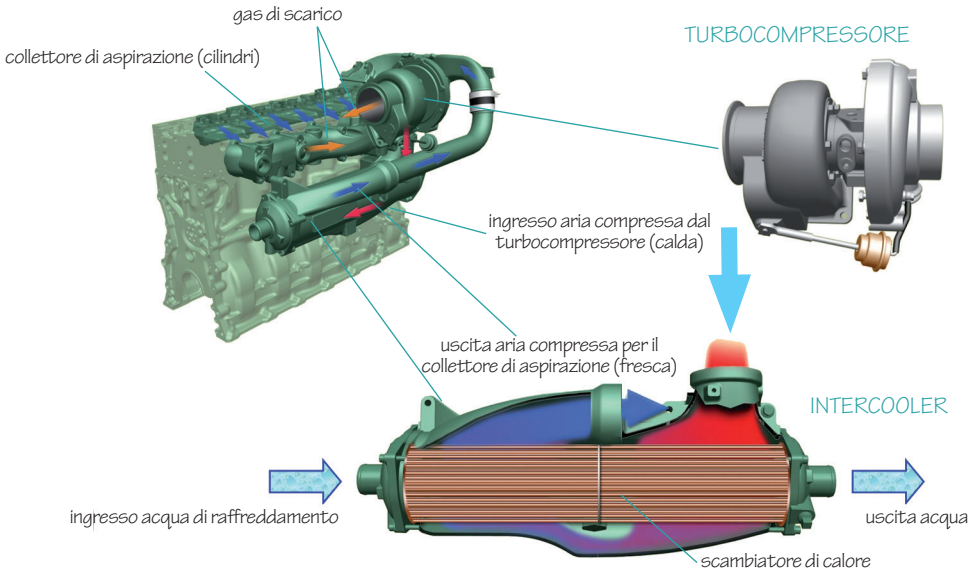
L'intercooler

Nei motori turbocompressi l'aria esce dal compressore molto calda e quindi poco densa. Per renderla più densa e quindi migliorare ulteriormente il rendimento volumetrico del motore, occorre raffreddarla.

L'intercooler non è altro che uno scambiatore di calore aria-acqua che raffredda l'aria compressa proveniente dal turbo compressore, prima che entri nei cilindri.

Così facendo si ottiene un ulteriore incremento del rendimento volumetrico del motore per merito di un migliore riempimento del cilindro.





TURBINA

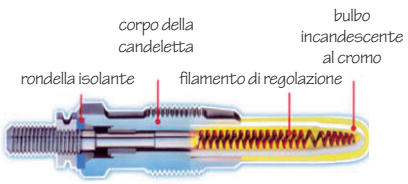
Più veloce gira la turbina, meno fatica a pompare aria in sovrapressione. La portata d'aria varia con il quadrato della velocità di rotazione del compressore. Se il compressore si muove a 50.000 giri/sec. e pompa 0,5 metri cubi di aria al secondo, a 100.000 giri/sec. ne pompa 4 volte tanta e contemporaneamente la sovrappressione aumenta di 8 volte, portandosi da 0,2 bar a 1,6 bar.
Per questo, a bassi regimi sembra che il turbo non lavori; in pratica nel motore entra aria alla pressione atmosferica. Accelerando il flusso e la temperatura dei gas combusti la pressione aumenta, innescando la reazione del turbo, che

(cont. p. 143)

Le candelette

Sono terminali elettrici che, quando sollecitati elettricamente, diventano incandescenti e preriscaldano la camera di combustione prima dell'avviamento del motore, alzando la temperatura dell'ambiente in cui entra l'aria.

Quando sono previste le candelette, prima di completare l'avviamento del motore occorre attendere che l'apposita spia indichi il loro riscaldamento (solitamente è accesa, si spegne quando la temperatura è sufficiente per l'accensione).



Nel tempo anche le candelette si sono evolute. Nei primi motori, nati a iniezione diretta, le pressioni in gioco assicuravano il surriscaldamento adeguato dell'aria aspirata anche in fase di avviamento, a motore freddo. Non richiedendo alcuna forma di preriscaldamento.

Con l'avvento dell'iniezione indiretta, per rendere meno "ruvidi" e rumorosi i motori, le pressioni furono diminuite e quindi il surriscaldamento dell'aria a motore freddo, in fase di avviamento, non risultava più sufficiente a innescare la combustione. Si rese necessario installare le candelette di preaccensione, realizzando una precamera di riscaldamento. Dimenticando il loro azionamento, la maggior parte dei motori non partiva. E se per qualche recondito motivo riusciva ad avviarsi, regalava una discreta nuvola nera di gasolio incombusto in uscita dallo scarico.

Con gli ultimi nati, i motori a gestione elettronica, si è tornati alla iniezione diretta, ma per agevolare la partenza a freddo i progettisti hanno preferito installare ugualmente le candelette. Si tratta di candelette con tempi di riscaldamento molto più rapidi delle loro "antenate": per riscaldarsi impiegano 7, a volte anche solo 5 o addirittura 3 secondi. Giusto il tempo

di ruotare la chiave di avviamento!

Per migliorare l'aspetto ecologico, le candelette di questi motori restano accese per qualche secondo anche dopo l'avviamento a freddo. Se dopo l'avviamento dovesse restare accesa la spia delle candelette, conviene sostituirle.

4.2.c Il circuito di drenaggio

Non tutto il gasolio che viene inviato alla pompa di iniezione, e successivamente agli iniettori, viene spruzzato all'interno della camera di combustione.

Una parte serve a lubrificare e a raffreddare gli organi in movimento, sia della pompa di iniezione (pistoncini), sia degli iniettori (asta e perno polverizzatore). In particolare, nei motori a gestione elettronica il gasolio in eccesso viene utilizzato anche per pilotare i movimenti di apertura e di chiusura degli iniettori.

Il gasolio dell'impianto di drenaggio viene rimandato nell'impianto a bassa pressione per poi tornare in circolo.

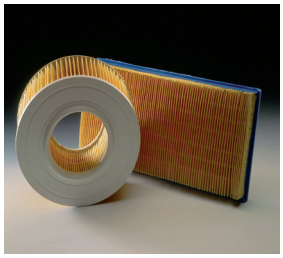
È normale che, trascorso qualche tempo dall'avviamento del motore, con il ritorno del carburante al serbatoio, quest'ultimo si scaldi un poco.

4.2.d La manutenzione dell'impianto di alimentazione

Il circuito dell'aria

Sostituzione del filtro dell'aria

Deve essere rimpiazzato periodicamente, seguendo le prescrizioni indicate dalla casa costruttrice sul libretto di uso e manutenzione. Oppure lo si cambia quando si accerta che il filtro sporco causa fumo nero, scarso rendimento del motore, o addirittura non permette l'avviamento



filtro aria a cartuccia estraibile



I filtri possono essere di vari tipi:

- cartuccia di ricambio con elemento filtrante in carta – si sostituisce il filtro completo;
- filtro di rete in materiale sintetico – si smonta e si pulisce con aria compressa o immergendolo in acqua dolce;
- filtro di rete in metallo – da manutenere come il filtro a rete sintetica.

Per la sostituzione

1. Smontare il coperchio del filtro.
2. Togliere il filtro sporco.

(segue da p. 142)

comincia a erogare sovrapressione.
Un motore turbo si adegua al carico resistente che deve vincere: accelerando si noterà l'aumento di potenza erogata, stabilizzando la velocità di crociera, la sovrapressione, e quindi l'erogazione di potenza, prima si stabilizza e poi tende a diminuire.
Per lo stesso motivo, accelerando al massimo con l'invertitore in folle non si riesce a raggiungere il massimo della sovrapressione.

CONSIGLI UTILI

Tutti gli interventi di taratura e regolazione sulla pompa iniezione e sugli iniettori dovrebbero essere eseguiti da un'officina autorizzata e da personale specializzato.
Usare soltanto il tipo di carburante raccomandato dal costruttore del motore.

Manutenzioni diportista

- Controllo livello gasolio nel serbatoio.
- Pulizia del serbatoio e del filtro pescaggio.
- Pulizia del prefiltro carburante.
- Verifica presenza acqua nel sedimentatore.
- Sostituzione del filtro carburante.
- Verifica tiranteria acceleratore.

(cont. p. 144)

(segue da p. 143)

- Verifica trasudazioni e perdite.
- Sostituzione tubazioni.
- Verifica presenza gasolio in sentina.
- Regolazione del numero di giri minimo.
- Sostituzione/pulizia del filtro aria.
- Spurgo del circuito.
- Sostituzione iniettori (meccanici).
- Sostituzione candelette di preriscaldamento.
- Sostituzione galleggiante.

Manutenzioni professionista

- Taratura pompa iniezione e iniettori.
- Controllo fase tra albero motore e pompa iniezione.
- Sostituzione pompa iniezione e iniettori (elettronica).
- Controllo/sostituzione del turbocompressore.
- Diagnostica meccanica (pompa iniezione – turbo compressore – intercooler).
- Diagnostica elettronica (centralina common rail – iniettore pompa).

3. Pulire accuratamente il contenitore dalla sporcizia eventualmente accumulata (se possibile con un aspiratore).

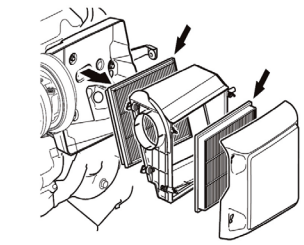
Attenzione a non fare entrare corpi estranei o sporcizia nel contenitore aperto.

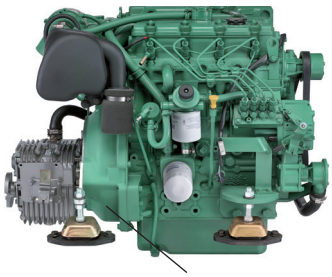
1. Rimontare filtro pulito.
2. Rimettere il coperchio prestando attenzione a rimontarlo senza lasciare fessure aperte.
3. Affidare il vecchio filtro a un centro di smaltimento autorizzato.

Pulizia del filtro aria

Va eseguita tutte le volte in cui sorga il dubbio che non sia abbastanza pulito (ad esempio: fumo nero dallo scarico) e non si disponga di un ricambio a portata di mano

In barca non è facile avere la possibilità di utilizzare l'aria compressa, ma occorre comunque parecchia energia, per cui a volte si rende necessario sbattere il filtro per terra o contro qualcosa di rigido – le vibrazioni e i colpi aiutano a liberare una parte della polvere accumulata (non tutta, ma potrebbe essere sufficiente per ripristinare l'uso momentaneo). Se la pulizia non fosse sufficiente per liberare il filtro, allora conviene toglierlo provvisoriamente.





filtro aria esterno, a rete

Per la pulizia:

1. Smontare il coperchio del filtro (se previsto).
2. Togliere il filtro sporco.
3. Dirigere il getto di aria compressa nel verso contrario alla normale aspirazione del motore oppure immergere il filtro in acqua dolce fino a quando non si sia pulito.

Il circuito del carburante: bassa pressione

Controllo del livello gasolio nel serbatoio

Periodicamente o quando il motore non parte o parte e si ferma.



Il livello di gasolio si controlla mediante l'apposito indicatore posto sul quadro di avviamento o in plancia. ma non su tutte le barche è previsto, e comunque potrebbe bloccarsi, non funzionare, o rivelarsi non attendibile.

Può risultare utile quindi predisporre un'asta graduata da inserire nel bocchettone superiore del serbatoio, utilizzando un bastone dritto o, meglio ancora, un metro di legno.

Pulizia del filtro pescaggio

Quando si accerta che il filtro molto sporco è causa di mancato avviamento o di scarso rendimento del motore.

Il filtro del pescaggio è opzionale, quando c'è compie la prima filtrazione grossolana e tende a sporcarsi e intasarsi, ostruendo il passaggio del gasolio aspirato dal motore. Nel serbatoio si accumulano i depositi (detti in gergo morchie) portati durante i vari rifornimenti effettuati ai distributori di gasolio.

Fissati con viti a testa esagonale o a brugola o con impronta a croce, la maggior parte dei serbatoi ha nella parte superiore una flangia, sotto cui è posto un galleggiante. Si riconosce dall'esterno per i fili elettrici di collegamento tra i contatti del galleggiante e il quadro elettrico (strumento di livello/spia).

Sempre nella parte superiore del serbatoio c'è almeno un'altra flangia sulla quale sono fissati alcuni tubi : quello di aspirazione del gasolio (pescaggio) e quello di ritorno (drenaggio).

L'eventuale filtro del pescaggio si trova sotto al tubo principale (di solito il più grosso dei due) e quindi per pulirlo occorre smontare la flangia, estrarre tutto il blocco dei tubi fissati ad essa e pulire il filtro con gasolio. Nel caso il filtro sia danneggiato (rete rotta o fissaggio al tubo un poco incerto), è consigliabile sostituirlo.

Prima di rimontare, verificare che la guarnizione di tenuta della flangia sia integra e non abbia screpolature o rotture, nel qual caso diventa indispensabile sostituirla. Attenzione nel rimontare la flangia, una volta rimesso in posizione il blocco tubi all'interno del serbatoio, prima di serrare bene le viti bisogna fare in modo che la guarnizione sia sistemata nella posizione originale e non ci siano tracce di sporco tra il serbatoio e la guarnizione stessa.

Sfruttare la prima uscita in mare, soprattutto se sono previste condizioni di beccheggio e di rollio, che sottopongano il gasolio a scuotimenti all'interno del serbatoio, per verificare che dalla flangia non ci siano trasudazioni o perdite. Se dopo poco tempo il filtro dovesse intasarsi nuovamente, significa che sul fondo del serbatoio si è creato molto deposito, che con i movimenti della barca va in sospensione nel gasolio. Nel caso, potrebbe rendersi necessaria la pulizia interna del serbatoio.

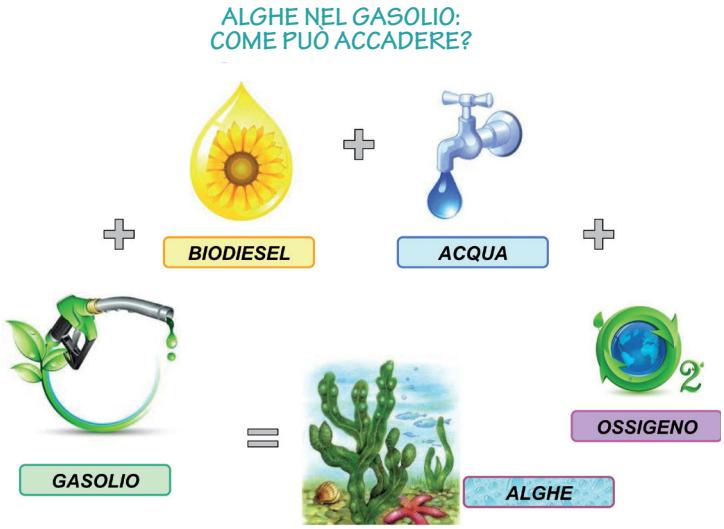
Pulizia interna del serbatoio

Se fatta a bordo la pulizia di un serbatoio è abbastanza difficoltosa. Ma lo è ancora di più se per essere pulito il serbatoio deve essere sbarcato. Per altro, su alcune barche questa seconda ipotesi è impraticabile, a causa delle scelte progettuali o per sopravvenute modifiche da parte dei proprietari, intervenuti senza tenere in dovuto conto l'eventualità della sua rimozione, per manutenzione o sostituzione.

È sempre meglio prevenire che curare, soprattutto quando ci si occupa di manutenzione. La prima buona norma è quella di fare rifornimento solo se si è sicuri che il benzinaio non abbia una sola cisterna di gasolio, e soprattutto che non sia stata riempita da poco tempo. Infatti, il gasolio che

ATTENZIONE

Per effettuare la pulizia non conviene mai far ricircolare aria compressa all'interno di serbatoi vuoti, sia che contengano benzina, sia gasolio. Il ricircolo di aria provoca scariche elettrostatiche che a contatto con i vapori di benzina o gasolio potrebbero creare condizioni esplosive!



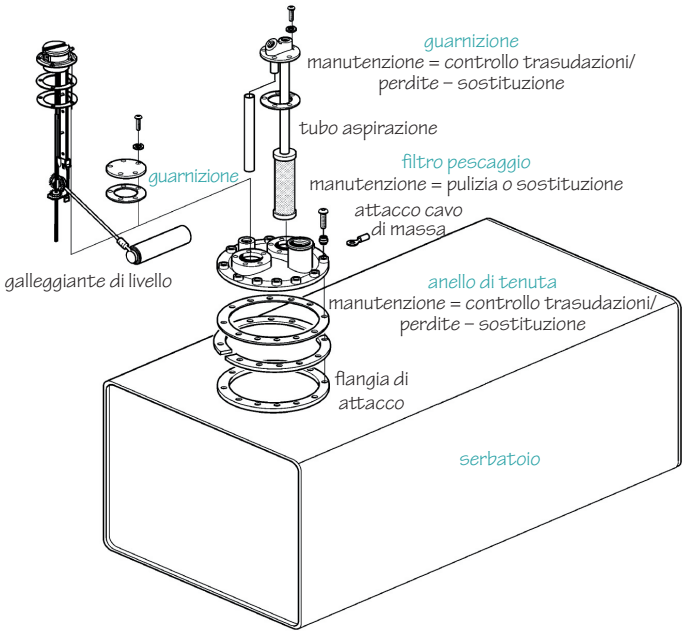
viene trasferito dal camion del trasportatore smuove tutta la sporcizia e l'acqua eventualmente presenti all'interno della cisterna, che restano in sospensione nel gasolio per parecchio tempo e vengono a loro volta trasferite sull'imbarcazione durante il rifornimento. Alcuni benzinai hanno adottato filtri in uscita prima della pistola erogatrice. Inoltre, i più corretti, non fanno rifornimento se il camion ha scaricato da poco tempo. Questo atteggiamento però non è frequente ovunque nel mondo: dove non si conosce, è meglio non fidarsi.

L'unica accortezza adottata da alcuni armatori giramondo è quella di fare rifornimento con le taniche, lasciando decantare il contenuto per poi versarlo nel serbatoio facendo uso di un imbuto provvisto di rete filtrante. I contenitori trasportabili di carburante comunque non vanno mai svuotati completamente nel serbatoio, perché potrebbero anche loro presentare sul fondo acqua e sedimenti.

Inoltre, da qualche tempo, è necessario tenere in considerazione un altro fenomeno, sempre più diffuso.

Per legge è possibile che le raffinerie miscelino al gasolio una parte di biodiesel che può giungere fino al 7%. Una presenza dannosa, perché a contatto con la poca acqua eventualmente presente nel serbatoio, tende a innescare la proliferazione di alghe e di funghi che poi intasano i filtri.

A meno che non si sia assolutamente sicuri della pulizia interna del serbatoio, se possibile, sarebbe meglio evitare di fare uso di additivi e pesticidi (biocidi) per eliminare alghe, funghi o batteri dal gasolio. Soprattutto se il serbatoio non è stato pulito da molto tempo, gli additivi potrebbero rimuovere anche le morchie "consolidate" e mandarle in circolo. Questo vale anche per gli additivi usati per scomporre l'acqua che potrebbe essersi depositata nei serbatoi del carburante: si tratta di armi a doppio taglio; trasformando l'acqua per renderla polverizzabile dagli iniettori, tendono a scomporre anche le paraffine e le incrostazioni, che staccandosi dalle pareti



del serbatoio vanno a intasare i filtri.

Sia che si tratti di impurità e di sporcizie del distributore o di alghe da biodiesel, la cosa migliore sarebbe prevedere una pulizia interna dei serbatoi ogni 5/6 anni.

Per comodità e/o con serbatoi molto sporchi, può risultare conveniente prevedere l'operazione di "dialisi". Si tratta di una apparecchiatura provvista di pompa di ricircolo e filtri assoluti.

Preventivamente viene immesso nel serbatoio ancora pieno un liquido biocida per il trattamento antibatterico del gasolio. Il liquido serve anche per rimuovere i depositi dalle pareti interne del serbatoio. Viene lasciato agire parecchie ore, naturalmente senza avviare il motore. Successivamente vengono inseriti all'interno del serbatoio, attraverso il bocchettone di rifornimento, due tubi, di aspirazione e di ritorno, e poi avviata l'apparecchiatura. Il gasolio che viene aspirato passa attraverso il filtro (o i filtri) e immesso nuovamente nel serbatoio. Il ciclo provvede a depurare 200 litri di gasolio in 2 ore circa (dipende dal tipo di macchinario utilizzato). La dialisi può essere noleggiata e per contenere le spese è consigliabile coinvolgere altre 4/5 vicini di ormeggio con la medesima esigenza.

Sostituzione del galleggiante

Quando ci si accerta che lo strumento indicatore e i collegamenti elettrici sono integri ma il livello indicato non è regolare (resta al minimo anche con il serbatoio pieno, oppure indica sempre il massimo).

Il galleggiante non è indispensabile, molti armatori preferiscono adottare un'asta manuale per misurare il livello del carburante direttamente nel serbatoio. Là dove è comunque previsto, si trova sotto la flangia del serbatoio

MANUTENZIONE

Per eseguire tutte le manutenzioni previste dopo il rubinetto di intercettazione, che richiedono di operare sui particolari posti al di sotto del livello del serbatoio, prima di qualsiasi intervento è consigliabile chiudere l'afflusso. A operazione avvenuta bisogna ricordarsi però di riaprirlo.

Il filtro decantatore deve essere posizionato sotto il livello del gasolio nel serbatoio, altrimenti con l'inattività prolungata tende a svuotarsi.

alla quale arrivano i cavi elettrici, che andrà smontata per sfilare l'indicatore senza danneggiare i collegamenti. Provando a smuovere lo strumento manualmente si verifica poi che dia il consenso al lettore riportato nel quadro comandi, ultimo controllo possibile prima di procedere all'asporto.

Per testarlo, il ricambio innanzi tutto andrà ricollegato all'impianto elettrico e azionato manualmente per controllarne il corretto funzionamento, per poi inserirlo nella propria sede, facendo attenzione a non danneggiarlo.

Prima di inserire e serrare nuovamente la flangia conviene pulire la sede della guarnizione di tenuta della sua chiusura, e inserire la nuova guarnizione fornita a corredo del ricambio. Nei giorni successivi va controllata regolarmente l'eventuale presenza di trasudazioni o perdite attraverso ila flangia di attacco, per evitare eventuali sversamenti di carburante in sentina.

Manutenzione filtri

Sedimentatore Si tratta di una dotazione opzionale, non tutti i motori ne sono provvisti. Se installato, può essere incorporato al filtro del carburante, oppure inserito autonomamente nel circuito di alimentazione, ma in ogni caso si presenta come un recipiente al quale viene applicata nella parte inferiore una vaschetta -di solito trasparente- necessaria per verificare visivamente la presenza di acqua e di depositi. Talvolta all'interno del recipiente è previsto un filtro del carburante e un contatto elettrico che, in caso di accumulo di acqua in eccesso attiva una spia sul quadro comandi. Gli interventi di manutenzione sul sedimentatore possono essere almeno di due tipi.

Pulizia del sedimentatore

Viene eseguito su condizione e non a ore motore perché la sua azione dipende dalla quantità di acqua presente nel serbatoio e nel carburante.

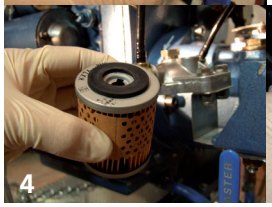
Essendo l'acqua più pesante del gasolio, tende a precipitare e viene fatta decantare all'interno della vaschetta inferiore, sotto la quale è posta una vite, da allentare per estrarre il liquido alieno. La vite deve essere richiusa completamente quando sono state eliminate tutte le tracce di acqua.

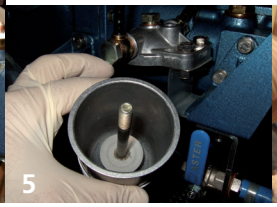
1. Controllare periodicamente la presenza di residui nel sedimentatore.
2. Prima di svitare il rubinetto/tappo collocare un recipiente (meglio se trasparente) sotto al filtro, per evitare sversamenti in sentina.
3. Svitare il rubinetto/tappo e lasciare uscire l'acqua (sarà mista a gasolio).
4. Richiudere il rubinetto/tappo.
5. Controllare nuovamente la presenza di acqua sul fondo del recipiente (pesa più del gasolio) e nel caso ne sia rimasta parecchia ripetere le operazioni 2/3/4.


1


2


3


4


5


6


7

6. Spurgare l'impianto di alimentazione.
7. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.
8. Affidare il gasolio e l'acqua raccolta a un centro di smaltimento autorizzato.

Pulizia o sostituzione del filtro sedimentatore

(vedi sequenza foto a p.148)

L'operazione solitamente viene fatta "a ore motore", secondo le indicazioni riportate sul libretto di uso e manutenzione, ma talvolta accade di doverla eseguire su condizione (esempio: motore non parte o si spegne)

Il filtro può essere di tipo "a lavaggio" oppure "a sostituzione".

Nel primo caso è necessario smontare un cilindretto costituito da rete metallica, pulirlo con gasolio (usare un pennello) e rimontarlo facendo attenzione che il coperchio torni ad aderire completamente nella sua sede e -se prevista- la guarnizione ORing venga posizionata correttamente, senza essere "pizzicata", cioè danneggiata.

Nel secondo caso si asporta la cartuccia in carta o in panno per sostituirla con una nuova *(vedi sequenza foto).*

1. Prima di svitare la vite superiore collocare un recipiente sotto al filtro, per evitare sversamenti in sentina.
2. Svitare la vite superiore *(foto 1)* per aprire il contenitore *(foto 2)*.
3. Estrarre il filtro *(foto 3)* e sostituirlo con il ricambio nuovo *(foto 4)*.
4. Pulire l'interno del contenitore *(foto 5)* e inserire il filtro nuovo.
5. Verificare le condizioni e l'usura delle guarnizioni, se presenti; ed eventualmente sostituire.
6. Sostituire le rondelle di tenuta (solitamente rame o alluminio) *(foto 6)* e verificare il serraggio dei raccordi.
7. Rimettere la vite di chiusura e serrare il contenitore *(foto 7)*; richiudendo l'involucro che contiene il filtro è necessario fare attenzione: il coperchio deve tornare ad aderire completamente nella sua sede e -se prevista- la guarnizione ORing deve essere posizionata correttamente, senza essere "pizzicata", cioè danneggiata.
8. Spesso (quasi sempre) è necessario eseguire poi l'operazione di spurgo.
9. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.
10. Affidare il gasolio e il filtro sostituito a un centro di smaltimento autorizzato.

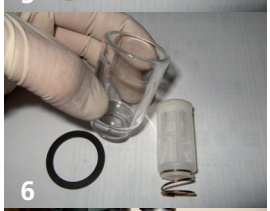

1

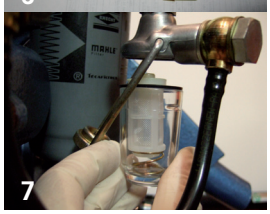

2


3


4


5


6


7

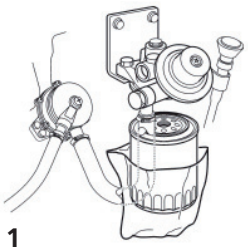
Pulizia del prefiltro con bicchierino trasparente

Il filtro è opzionale, non tutti i motori ne sono provvisti.

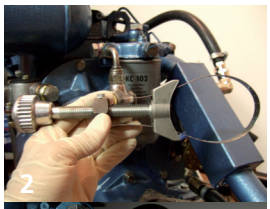
Ogni x ore (secondo istruzioni) o quando si accerta che il filtrino intasato è causa di mancato avviamento o di scarso rendimento del motore

il contenitore è trasparente e la verifica può essere fatta visivamente *(vedi sequenza a destra).*

1. Collocare un recipiente sotto al filtro *(foto 1)* prima di svitare il nottolino, per evitare sversamenti in sentina.
2. Svitare il nottolino per poi togliere il contenitore trasparente *(foto 2)*.



1



2



3



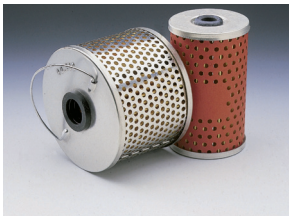
4



5



6

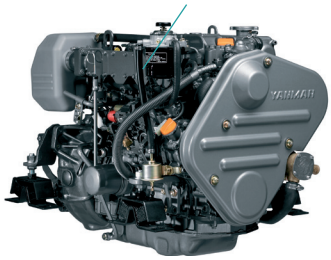


3. Prestare attenzione: dall'imbocco aperto non devono entrare sporco o corpi estranei.
4. Togliere il filtrino e pulirlo con un pennello e un poco di gasolio (eventualmente sostituirlo) *(foto 3,4,5 p. 149)*.
5. Togliere eventuali tracce di sporco o di acqua dal contenitore e dall'imbocco superiore *(foto 6 p. 149)*.
6. Rimontare il filtrino e il contenitore, avvitare il nottolino facendo attenzione che la guarnizione superiore venga alloggiata correttamente nella sua sede e faccia tenuta *(foto 7 p. 149)*.
7. Spurgare l'impianto di alimentazione.
8. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudamenti.
9. Affidare il filtrino e il gasolio raccolti a un centro di smaltimento autorizzato.

Sostituzione del filtro carburante

Si esegue ogni x ore (secondo istruzioni) o quando si accerta che il filtro intasato è causa di mancato avviamento o scarso rendimento del motore

FILTRO GASOLIO A CARTUCCIA



Il filtro può essere costituito da un elemento unico oppure da una cartuccia filtrante all'interno di un contenitore, solitamente metallico. Nel primo caso va smontato l'intero corpo. Il nuovo filtro deve essere preliminarmente riempito di gasolio fino all'orlo e rimontato avvitandolo a mano, serrandolo però con una certa forza. Per il secondo modello si deve separare la cartuccia dall'involucro verificando che il gasolio che resta all'interno sia pulito, altrimenti va buttato insieme alla cartuccia (sempre smaltendolo correttamente);

inserire il nuovo filtro, riempiendo bene l'involucro con gasolio pulito;

rimontare tutto sostituendo anche le guarnizioni di tenuta, che devono essere riposizionate nella loro sede con cura.

Attenzione a non danneggiarle altrimenti vanno sostituite.

Se il filtro gasolio è in carta, nei lunghi periodi di inattività del motore tende a marcire. Al riavvio del motore potrebbe accadere che i pezzi di carta vadano in circolo.

Finito il periodo di inattività, prima di avviare il motore, e meglio sostituirlo.

Come procedere alla sostituzione del filtro carburante

(vedi sequenza sopra a sinistra)

1. Pulire bene la zona di attacco del filtro.
2. Per evitare sversamenti in sentina, collocare un sacchetto di plastica intorno al filtro prima di svitarlo *(foto 1)*.
3. Con la chiave *(foto 2)* apposita (ne esistono vari modelli), svitare il filtro

(foto 3 p. 150).



4. Fare attenzione che non entrino sporco o corpi estranei dall'imbocco aperto.
5. Riempire il nuovo filtro con gasolio pulito *(foto 4 p. 150)*.
6. Lubrificare leggermente la guarnizione di gomma del filtro nuovo (è sufficiente un dito bagnato nello stesso gasolio) *(foto 5 p. 150)*.
7. Avvitare a mano il filtro nuovo fino a quando viene a contatto con la superficie di tenuta *(foto 6 p. 150)*.
8. Avvitare -sempre a mano- di un ulteriore mezzo giro circa ma non oltre.
9. Spurgare l'impianto di alimentazione.
10. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.
11. Affidare il vecchio filtro e il gasolio in esso contenuto a un centro di smaltimento autorizzato.

Pompa di alimentazione

Può essere soggetta a guasto o a manutenzione preventiva, non a manutenzione periodica a ore stabilite

Nel caso sorgano dubbi sul suo corretto funzionamento, o per prevenire un eventuale guasto, è necessario:

- se si tratta di pompa a stantuffo, vanno sostituiti gli ORing o l'intero stantuffo (generalmente fornito completo);
- se invece la pompa è a membrana, si può sostituire direttamente la membrana, talvolta fornita in kit, insieme alla molla di contrasto, oppure la pompa intera.

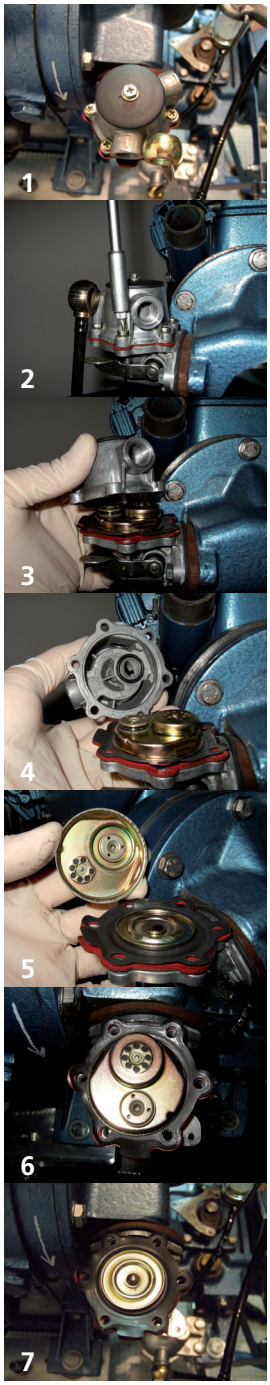
Questo ultimo modello prevede due valvole interne che lavorano una al contrario dell'altra. In fase di aspirazione si apre quella che è in contatto con la tubazione in arrivo dal serbatoio e si chiude l'altra, in comunicazione con il tubo che va alla pompa di iniezione. In fase di mandata succede esattamente il contrario.

Potrebbe essere prudente prevedere una membrana tra i ricambi da tenere in barca, ma se dovesse rompersi e non si disponesse di una scorta, è possibile ovviare temporaneamente all'inconveniente sistemando una tanica di gasolio in posizione elevata rispetto al motore per far arrivare il gasolio a valle della pompa di alimentazione (bypass della pompa).

ATTENZIONE Così facendo si avrà aspirazione di gasolio dalla tanica per caduta e ritorno del circuito di drenaggio verso il serbatoio principale, quindi la tanica tenderà a vuotarsi e il serbatoio a riempirsi. È bene organizzarsi per rifornire la tanica regolarmente, verificando sempre il livello del serbatoio principale.

Per la revisione della pompa (sostituzione della membrana) *(vedi sequenza a destra)*

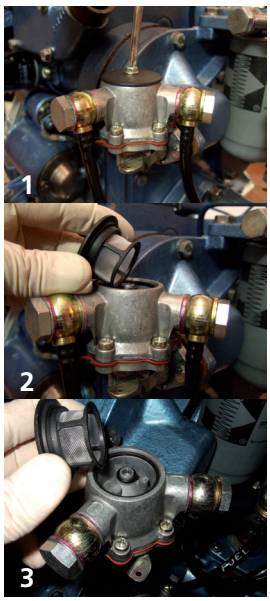
1. Pulire bene la zona di lavoro.
2. Per evitare sversamenti in sentina, prevedere stracci nella parte sotto



FILTRO GASOLIO A CARTUCCIA



stante la pompa (il gasolio che dovrebbe uscire non è in quantità eccessiva).
3. Scollegare i raccordi di arrivo e mandata gasolio;
4. Aprire la parte superiore della pompa *(foto 3, 4, 5 p. 151)*.
5. Fare attenzione che non entrino sporco o corpi estranei.
6. Sollevare il gruppo valvole ricordandosi il posiziona mento delle stesse rispetto ai tubi di arrivo e mandata *(foto 6 p. 151)*.
7. Sostituire la membrana (si trova sotto il gruppo valvole) *(foto 67 p. 151)* Avendo cura di lubrificare leggermente la membrana nuova con olio di vaselina o altro lubrificante neutro.
8. nel montaggio, fare attenzione a non invertire la posizione delle valvole.
9. Sostituire le rondelle di tenuta (solitamente rame o alluminio) e serrare nuovamente i raccordi.
10. Spurgare l'impianto di alimentazione (è anche un banco di prova per la nuova membrana).
11. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.



Per la sostituzione della pompa completa

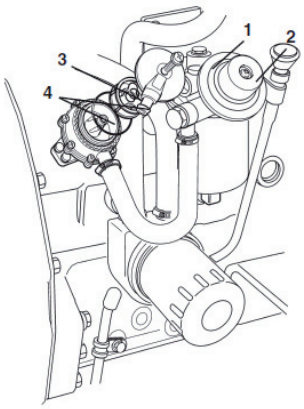
1. Pulire bene la zona di lavoro.
2. Per evitare sversamenti in sentina, prevedere stracci nella parte sottostante la pompa (il gasolio che dovrebbe uscire non è in quantità eccessiva.
3. Scollegare i raccordi di arrivo e mandata gasolio.
4. Smontare la pompa facendo attenzione a rimontare una nuova pompa che abbia la stessa leva di comando dal motore (inclinazione e lunghezza).
5. Sostituire le rondelle di tenuta (solitamente rame o alluminio) e serrare nuovamente i raccordi.
6. Spurgare l'impianto di alimentazione (è anche un banco di prova per la nuova pompa).
7. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.

Filtrino sulla pompa di alimentazione a membrana

(vedi sequenza a sinistra)

1. Pulire bene la zona di lavoro.
2. Per evitare sversamenti in sentina, prevedere stracci nella parte sottostante la pompa (il gasolio che dovrebbe uscire non è in quantità eccessiva).
3. Svitare il coperchio superiore *(foto 1)*.
4. Estrarre il filtrino *(foto 2)* e pulirlo con pennello e gasolio (nel caso sia danneggiato, sostituirlo).
5. Pulire l'interno del contenitore *(foto 3)* e verificare le condizioni e l'usura delle guarnizioni OR (eventualmente sostituire).
6. Inserire il filtrino pulito.
7. Serrare la vite di chiusura; richiudendo l'involucro è necessario fare at-

tenzione: il coperchio deve tornare ad aderire completamente nella sua sede.
8. Verificare il serraggio dei raccordi.
9. Spesso (quasi sempre) è necessario eseguire poi l'operazione di spurgo.
10. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.



Operazione di spurgo

L'impianto del gasolio deve lavorare alla pressione di iniezione e per questo motivo i circuiti che lo compongono sono sigillati e a tenuta stagna. Essendo liquido, Il gasolio non è comprimibile, e quando viene schiacciato riesce a vincere la forza che si oppone al suo ingresso nella camera di combustione. L'aria, al contrario, è comprimibile e quindi anche quando viene sottoposta a pressione non riesce a vincere la forza che le impedisce di entrare nella camera di combustione. Inoltre, la presenza di aria fa da "cuscinetto" e non lascia passare il gasolio che viene pompato. Quando questo accade, purtroppo il motore non funziona più. Se in azione si ferma, oppure -se fermo- non parte. Ovvero, se in moto e in presenza di aria nel circuito, non ancora sufficiente però a bloccare completamente l'afflusso di gasolio, il motore tende ad avere un numero di giri irregolare, proprio per lo scarso apporto di carburante.

L'operazione di spurgo si può rendere necessaria quando sono state svolte operazioni di manutenzione che hanno determinato l'ingresso nel circuito di una significativa quantità di aria (se ne è entrata una quantità minima può essere sufficiente tentare un avviamento senza eseguire lo spurgo), oppure quando il serbatoio si svuota, si rompe un tubo di alimentazione, si allenta un suo raccordo, si usura una guarnizione.

Proprio per prevenire queste eventualità è necessario verificare con regolarità la tenuta dei raccordi, delle tubazioni, dei filtri e delle guarnizioni. Solitamente un ingresso di aria lo si riesce a individuare quando -a motore spento- si rileva una trasudazione o una perdita di gasolio. Dove entra aria a motore acceso, di solito esce il gasolio a motore spento.

Dopo avere rintracciato la causa di ingresso dell'aria e risolto il problema all'origine, per riavviare il motore è indispensabile eseguire lo spurgo. Si tratta di un intervento da fare solo in caso di effettiva necessità, non occorre intervenire preventivamente quando il motore funziona regolarmente.



Effettuare lo spurgo del circuito *(vedi sequenza a destra)*
Da fare dopo la sostituzione dei filtri del carburante, oppure dopo il rifornimento del serbatoio se è stato vuotato completamente con il motore in funzione, oppure dopo aver eseguito interventi sulle tubazioni

1. Per evitare sversamenti in sentina, prevedere stracci intorno ai punti di spurgo;
2. Allentare la vite di spurgo sull'attacco del filtro *(foto 1)* primo elemento che di solito troviamo dopo la pompa di spurgo;
3. Azionare manualmente la pompa *(foto 2)* fino a quando non scompaio-

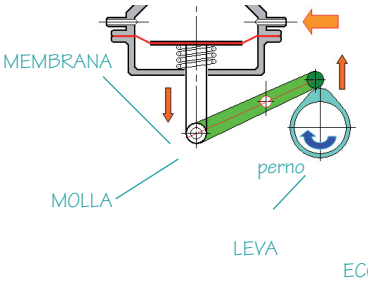


pompa a stantuffo chiusa e aperta

no le bolle nel carburante.

4. Continuare a pompare e contemporaneamente serrare la vite di spurgo;
5. Provare ad avviare il motore – se non parte o se non funziona regolarmente.
6. Ripetere la stessa procedura (punti 2, 3, 4, 5) sugli elementi a valle del filtro fino ad arrivare a svitare prima la vite di spurgo presente sulla pompa, oppure allentando i raccordi delle cannette che vanno agli iniettori *(foto 3 p.153)*, e poi i raccordi degli iniettori *(foto 4 p.153)*.
7. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.
8. Se non riparte, occorre ricontrollare che non ci siano altri ingressi di aria nel circuito poi ripetere tutta la procedura dal punto 2.

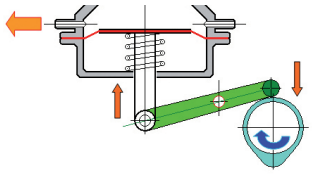
La pompetta che viene usata per le operazioni di spurgo dell'impianto può essere incorporata alla pompa di alimentazione (e quindi ne sfrutta il meccanismo), può essere indipendente oppure incorporata nel supporto del filtro gasolio.



CON IL MOTORE IN MOTO

1

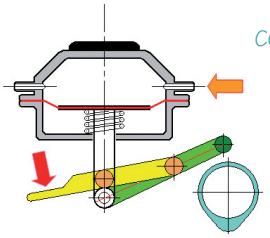
l'eccentrico muove la leva verso l'alto, la membrana si abbassa, il gasolio entra nella pompa



2

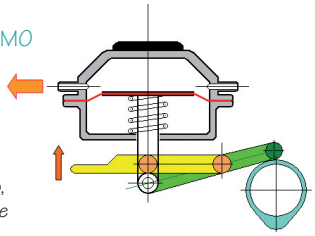
l'eccentrico si abbassa, la leva viene richiamata dalla molla, la molla spinge la membrana verso l'alto, il gasolio esce dalla pompa

CON IL MOTORE FERMO (SPURGO)



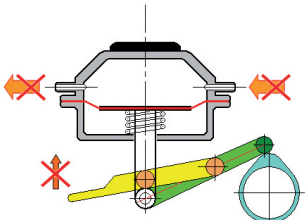
3

l'eccentrico è fermo, la leva manuale viene abbassata, la membrana si abbassa, il gasolio entra nella pompa



4

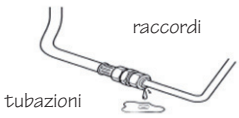
la molla spinge la membrana verso l'alto, la leva manuale viene richiamata dalla molla, il gasolio esce dalla pompa

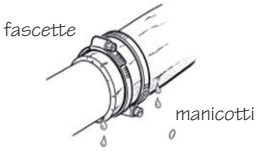


5

prima di eseguire lo spurgo:
se l'eccentrico si ferma in posizione "alta" la leva principale impedisce alla leva manuale di risalire quindi la pompa non può aspirare e inviare,
occorre muovere il motore (manualmente o con alcuni impulsi di avviamento) in modo da ruotare l'eccentrico e riportarsi nelle condizioni 3 e 4

Se capita di eseguire lo spurgo con una pompa di alimentazione a leva azionata dall'albero della distribuzione, bisogna prestare attenzione alla posizione interna assunta dalla leva stessa. Quando si trova in alto (camma di comando al massimo dell'altezza - lo si percepisce azionando la leva esterna, che risulta come bloccata o comunque non la si sente compiere la corsa completa) è impossibile intervenire perché la membrana interna è già in posizione "massima". Occorre fare ruotare un po' il motore fino a fare scendere la camma per liberare la leva interna e di conseguenza anche la membrana. In questo modo, azionando la leva esterna prevista per lo spurgo, la membrana sarà libera di eseguire tutta la corsa.





Verifica trasudazioni e perdite

Prima dell'avviamento e dopo l'arresto del motore

- Verificare se ci siano perdite/trasudazioni di carburante;
- individuare e eliminare la perdita;
- se necessita, eseguire lo spurgo dell'impianto;
- rimuovere immediatamente l'eventuale carburante accumulato nel vano motore o nella sentina.

Regolazione del numero di giri: minimo

Quando si abbiano dubbi sulla regolarità dei giri

- Per verificare il minimo del motore occorre controllare il dato del numero di giri minimo riportato sul libretto di uso e manutenzione del costruttore;
- un regime di giri troppo basso può causare lo spegnimento del motore, soprattutto in fase di inserimento della marcia, e un regime troppo alto può causare sollecitazioni supplementari sulla trasmissione/invertitore di marcia durante le manovre di inversione;
- il minimo va verificato ed eventualmente regolato con motore in moto, a temperatura di funzionamento (attenzione agli organi in movimento e alle parti del motore surriscaldate) e comando dell'invertitore in posizione di folle.

Registrazione del numero di giri minimo su una pompa di iniezione rotativa *(vedi sequenza a destra)*

1. Individuare la leva acceleratore e le viti di registro dei regimi minimo e massimo *(foto 1)*.
2. Allentare il dado di fermo della vite di registro tenendo ferma la vite stessa *(foto 2)*.

POMPA A INIEZIONE registrazione del minimo





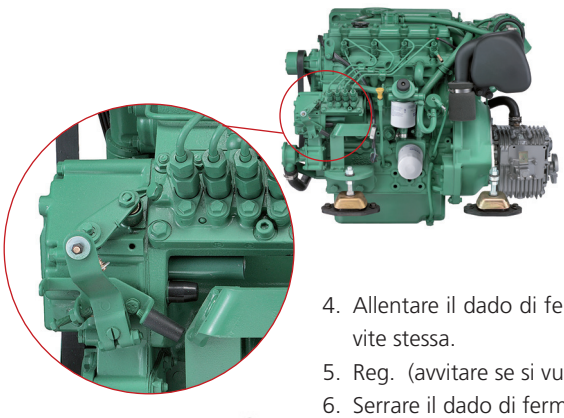




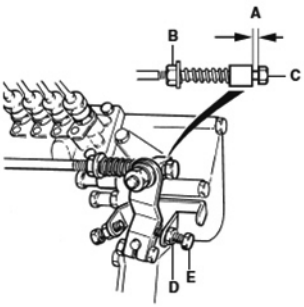
3. Registrare la vite fino al raggiungimento del regime desiderato (avvitare se si vuole alzare, svitare se si vuole abbassare) *(foto 3 p. 155).*
4. Serrare il dado di fermo tenendo ferma la vite di registro *(foto 4 p. 155).*.
5. Dare un colpetto di acceleratore per verificare che al rilascio della leva acceleratore il minimo torni al valore registrato.

Registrazione del numero di giri minimo su una pompa in linea:

1. individuare la leva acceleratore e le viti di registro dei regimi minimo e massimo (E - F).



2. Prima di avviare il motore, controllare che l'apertura (A) sia di circa 3 mm. Se il valore non è come indicato, svitare il dado di bloccaggio (B) e regolare la corretta apertura mediante la vite (C). Serrare il dado di bloccaggio.
3. Avviare il motore e farlo girare al minimo con la leva di comando invertitore in folle.
4. Allentare il dado di fermo (D) della vite di registro (E) tenendo ferma la vite stessa.
5. Reg. (avvitare se si vuole alzare, svitare se si vuole abbassare).
6. Serrare il dado di fermo (D) tenendo ferma la vite di registro (E);.
7. Ripetere il punto 2.
8. Dare un colpetto di acceleratore per verificare che al rilascio della leva acceleratore il minimo torni al valore registrato.



Verifica della tiranteria dell'acceleratore

Da effettuare periodicamente

Controllare l'integrità della tiranteria dell'acceleratore e del cavo di mandata nulla (spegnimento motore) Lubrificare i punti di snodo e, dove possibile (di solito è stagna) l'interno della guaina porta cavo, prestando attenzione in particolare:

- ai fissaggi sulla leva e sulla pompa iniezione;
- al cavo di collegamento.



Il circuito del carburante: alta pressione

Il gasolio in arrivo dai filtri entra nella pompa di iniezione. Qui termina il circuito a bassa pressione, limite di intervento manutentivo autonomo da

parte dei diportisti che ambiscono al fai da te. Superati i confini del circuito ad alta pressione, la quasi totalità delle operazioni di cura e di mantenimento dell'impianto possono essere eseguite solo da personale specializzato, perché richiedono l'adozione di attrezzature e di competenze specifiche.

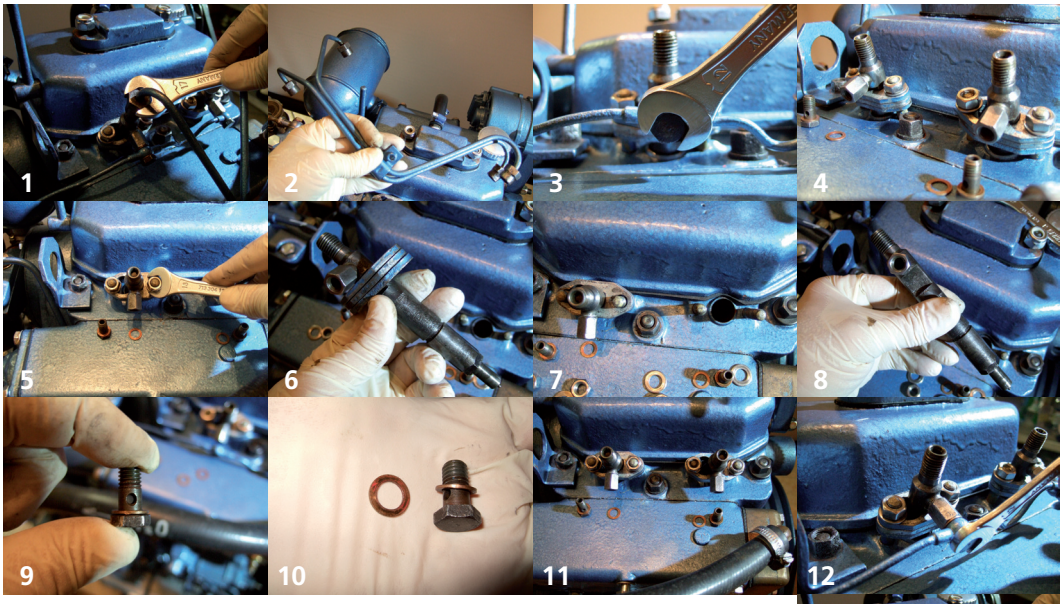
Avendone necessità, ci si può spingere poco oltre, provando a sostituire gli iniettori. L'intervento è consigliabile solo sui motori a gestione meccanica e non su quelli a gestione elettronica.

Sostituzione iniettori *(vedi sequenza sotto)*
Dovendolo fare, occorre sostituire tutti gli iniettori insieme. Poi gli iniettori smontati potrebbero essere ritarati, per la qual cosa occorre comunque l'intervento di personale specializzato e di attrezzatura adeguata.

1. Pulire bene la zona di lavoro.
2. Per evitare sversamenti in sentina, prevedere stracci nella zona di lavoro (il gasolio che dovrebbe uscire non è in quantità eccessiva).
3. Allentare i raccordi delle tubazioni di alta pressione (cannette) *(foto 1)*.
4. Smontare le cannette *(foto 2)*.
5. Allentare i raccordi e smontare i tubi di drenaggio *(foto 3)*.
6. Sulla testa rimarranno gli iniettori *(foto 4)*.
7. Allentare la staffa di fissaggio degli iniettori *(foto 5)*.
8. Sfilare gli iniettori dalla loro sede *(foto 6)*.

IL LAVORO DELLO SPECIALISTA

- Revisione delle varie parti componenti la pompa iniezione e l'iniettore.
- Taratura della pressione di iniezione tramite apparecchiature specifiche. Anche la pompa ad alta pressione degli impianti a gestione elettronica (common rail e iniettore pompa) è soggetta ad usura. Per questi apparati, spesso viene preferita la sostituzione piuttosto che la riparazione dei singoli componenti. Compito destinato comunque, assolutamente agli specialisti.



9. Pulire la sede facendo attenzione che non entrino sporco o corpi estranei dall'imbocco aperto *(foto 7)*.
10. Inserire gli iniettori (nuovi o revisionati) *(foto 8)*.
11. Pulire i raccordi delle cannette e dei tubi di drenaggio *(foto 9)* e sostituire le rondelle di tenuta (solitamente rame o alluminio) *(foto 10-11)*.
12. Rimontare i tubi di drenaggio *(foto 12)*.

13. Rimontare le cannette *(foto 13 p. 157)*.
14. Verificare il serraggio dei raccordi nell'impianto.
15. Spesso (quasi sempre) è necessario eseguire poi l'operazione di spurgo.
16. Avviare il motore e controllare che non ci siano perdite o trasudazioni.

Sia la pompa iniezione sia l'iniettore hanno organi in movimento che con il tempo si usurano.

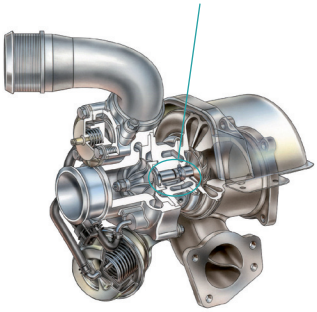
Sovralimentazione

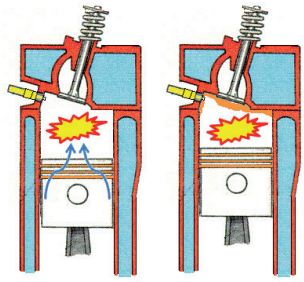
Pur non potendo intervenire direttamente sulla manutenzione dei componenti principali, per prolungare la vita del turbo un diportista può comunque adottare alcune buone abitudini:

- quando viene avviato il motore, dopo una sosta prolungata o con temperature esterne molto basse, l'olio lubrificante dell'alberino tarda a raggiungere una buona temperatura di esercizio e quindi è sempre meglio non accelerare subito a fondo;
- quando si spegne il motore, soprattutto dopo averlo tenuto per molto tempo accelerato, la temperatura del turbo è molto elevata e chiudendo repentinamente l'afflusso dell'olio (che lubrifica e raffredda), una parte, quella a contatto con il corpo surriscaldato, brucia e lascia depositi solidi che riducono la vita delle boccole di supporto dell'alberino.

Inoltre verrebbe a mancare l'olio all'alberino ancora in rotazione – questo provocherebbe surriscaldamento dello stesso alberino e della bronzina o del cuscinetto di supporto con inizio di fusione. È basilare lasciare girare al minimo il motore per uno o due minuti prima di spegnerlo.

durante il funzionamento in questa zona non deve mai mancare l'olio lubrificante





Autoaccensione

Siccome il diesel è un tipo di motore che genera combustione utilizzando una fonte di calore elevato, si crea auto accensione all'interno del cilindro quando la combustione non è generata dall'iniezione del combustibile (quindi comandata) ma è provocata da:

- ingresso nel cilindro di olio lubrificante che passa attraverso le fasce elastiche, perché usurate oppure per l'olio troppo fluido;
- incrostazioni dovute a depositi determinati dalla mancata combustione di gasolio e olio lubrificante.

Trattandosi di combustione involontaria e non essendo sottoposta alla regolazione della pompa di iniezione, l'autoaccensione provoca il fuori giri del motore, fino alla rottura repentina di qualche organo indispensabile al suo funzionamento (rottura delle bielle – piegamento delle valvole – rottura del pistone – rottura dell'albero motore).

Non si riesce a spegnere il motore agendo sull'arresto. L'unico modo per provare a spegnerlo è eliminare il comburente soffocando in qualche modo l'ingresso dell'aria -ponendo ad esempio uno straccio sul filtro- che però non deve essere troppo piccolo, per non incorrere nel rischio che possa essere aspirato e vada a causare ulteriori danni.

Attenzione agli organi in rotazione.