

PREFAZIONE

L'Autoclima, azienda leader nella costruzione di climatizzatori per autoveicoli, valendosi dell'esperienza dei suoi tecnici acquisita in tanti anni di attività, ha preparato questo manuale di servizio che è rivolto agli operatori del settore.

Il manuale per quanto tecnico è di piacevole lettura e di facile consultazione ed è corredato di diverse illustrazioni.

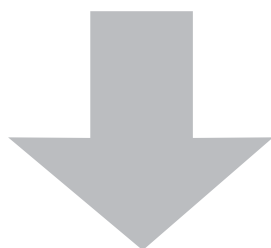
È composto di 10 capitoli. Nel primo vengono trattati in modo molto semplice gli elementi base della termodinamica. Seguono 5 capitoli nei quali vengono esposti i concetti fondamentali per comprendere il funzionamento del condizionatore d'aria e vengono analizzati i diversi componenti di un impianto. Nei capitoli 7 ed 8 in cui si affronta l'assistenza e la diagnosi, vengono trattate le attrezzature di servizio necessarie e gli interventi adatti a giudicare l'efficienza di un condizionatore d'aria ed a individuare rapidamente anomalie di funzionamento. Si chiude infine con un capitolo rivolto alla sicurezza e prevenzione degli inconvenienti all'operatore, ed un capitolo con i consigli per l'utilizzo dello strumento principale del frigorista: la stazione di vuoto e carica refrigerante.

Si intende con questo manuale fornire una valida guida sia agli operatori che si accingono al loro primo montaggio, sia agli operatori con esperienza nel settore.

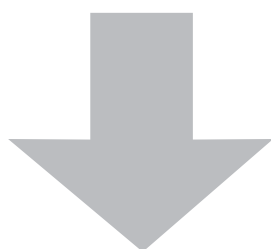
Si ringraziano quanti hanno contribuito alla preparazione di questo manuale.

1. DEFINIZIONE DI CALORE

***CALORE =
ENERGIA TRASMESSA ATTRAVERSO
CORPI SOLIDI, LIQUIDI, GASSOSI***



***REFRIGERAZIONE =
SOTTRAZIONE DI CALORE***



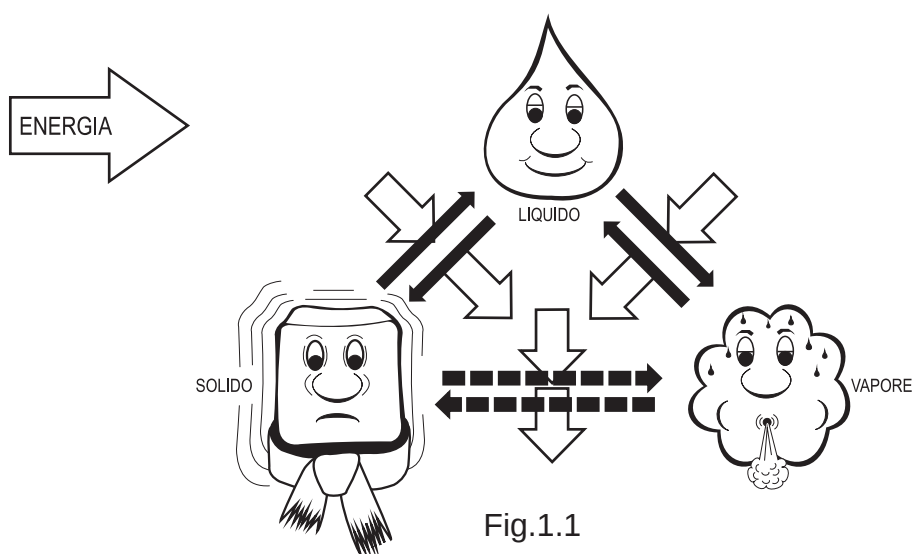
***L'ASSENZA DI CALORE
É IL FREDDO***

1.1. STATI FISICI DELLA MATERIA

La trasmissione di energia tra i corpi determina le tre forme possibili della materia:

SOLIDA
LIQUIDA
GASSOSA

Il passaggio da uno stato all'altro è regolato da due variabili: **temperatura** e **pressione**: se si fornisce calore, ad esempio ad una certa quantità d'acqua, ovvero si fornisce energia, si verificherà il passaggio dallo stato liquido a quello gassoso, viceversa raffreddando, ovvero sottraendo energia, si otterrà la condensazione del gas, come si vede nella fig.1.1.



Quanto detto in precedenza sta alla base del condizionamento. Infatti a pressione e temperatura ambiente l'acqua si trova allo stato gassoso, pertanto se riempiamo un contenitore di acqua questa evaporerà e contemporaneamente le pareti del contenitore saranno più fredde dell'ambiente circostante poiché per passare dallo stato liquido a quello gassoso, come abbiamo visto in precedenza è necessaria una quantità di calore. L'acqua evaporando assorbe il calore dell'ambiente circostante che subirà quindi un abbassamento di temperatura. Pressione e temperatura sono direttamente proporzionali: un aumento dell'una implica anche un aumento dell'altra: se aumentiamo la pressione l'acqua bollerà, ovvero evaporerà, ovvero condenserà a una temperatura maggiore di 100°C.

Se volessimo raffreddare un ambiente utilizzando come fluido refrigerante dell'acqua dovremmo disporre:

- 1) **Di una grande quantità di ghiaccio**
- 2) **Di molto tempo a disposizione**

Due condizioni evidentemente non praticabili.

Quindi ciò che ci occorre è una sostanza con queste caratteristiche:

- 1) **Bassissima temperatura di evaporazione**
- 2) **Facilmente condensabile**

Una sostanza che presenta queste caratteristiche alla temperatura ambiente evaporerà facilmente con notevole assorbimento di calore e sarà, una volta evaporata, possibile, in modo semplice, riportarla allo stato liquido.

1.2. UNITÀ DI MISURA DEL CONDIZIONAMENTO

Da quanto detto in precedenza si ricava subito che le due grandezze fondamentali nel condizionamento, sono la temperatura e la pressione. Supponendo il refrigerante un gas ideale la relazione tra i due parametri diventa

$$P \cdot V = R \cdot T$$

$$P = \frac{R}{V} \cdot T$$

$$P = K \cdot T$$

dove **P** = pressione
V = volume
T = temperatura
R = costante

ovvero la pressione e la temperatura come già dedotto prima in base alle osservazioni sperimentali sono direttamente proporzionali.

Vediamo ora in dettaglio le grandezze più usate nel condizionamento:

1.2.1. TEMPERATURA

La temperatura è l'intensità del calore fornito ad una sostanza. A livello molecolare la temperatura è causata dall'attrito provocato dagli urti delle molecole. Infatti queste sono sempre in movimento, fornendo energia tale "agitazione" aumenta e di conseguenza si verifica un numero maggiore di urti con conseguente aumento della temperatura, un po' quello che succede trapanando e tornendo un particolare, a causa dell'attrito la sua temperatura aumenta.

Lo strumento di misura della temperatura è il termometro: è costituito da un capillare di vetro, o di quarzo se si devono misurare temperature più elevate, mentre il liquido contenuto può essere mercurio oppure alcool o pentano, se le temperature da misurare sono basse. In commercio si trovano termometri elettronici con sonda per poter effettuare misure di temperature locali.

Vi sono diverse **SCALE** di misura della temperatura: la scala centigrada **CELSIUS**, la scala **FARENHEIT** e la scala **RÉAMUR**. Di seguito vengono riportate le relazioni che consentono di passare da una scala all'altra; si omettono quelle relative alla Réamur in quanto di scarsa utilità.

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 5/9$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \cdot 9/5 + 32$$

Nel condizionamento sovente si fa riferimento a temperature al bulbo secco e temperature al bulbo umido: queste vengono rilevate per mezzo dello psicrometro, costituito da due termometri, uno dei quali ha il bulbo ricoperto da una garza imbevuta di acqua distillata.

La temperatura misurata sul bulbo bagnato, a causa dell'evaporazione dell'acqua di cui è imbevuta la garza, è minore di quella misurata sul bulbo asciutto. Questa differenza di temperatura è inversamente proporzionale all'umidità relativa dell'aria e quindi è possibile tramite una scala graduata, la rilevazione dell'umidità relativa.

1.2.2. PRESSIONE

La pressione è la forza che agisce sull'unità di superficie. Gli effetti della forza saranno differenti a seconda della superficie: se questa aumenta la forza si distribuisce su una superficie maggiore, diminuisce dunque la quantità di forza che agisce sull'unità di superficie e quindi la pressione. Un esempio pratico è dato dal camminare sulla neve fresca: senza racchette si affonda mentre con le racchette la forza (il peso della persona) si distribuisce su

una superficie maggiore impedendo all'uomo di sprofondare.

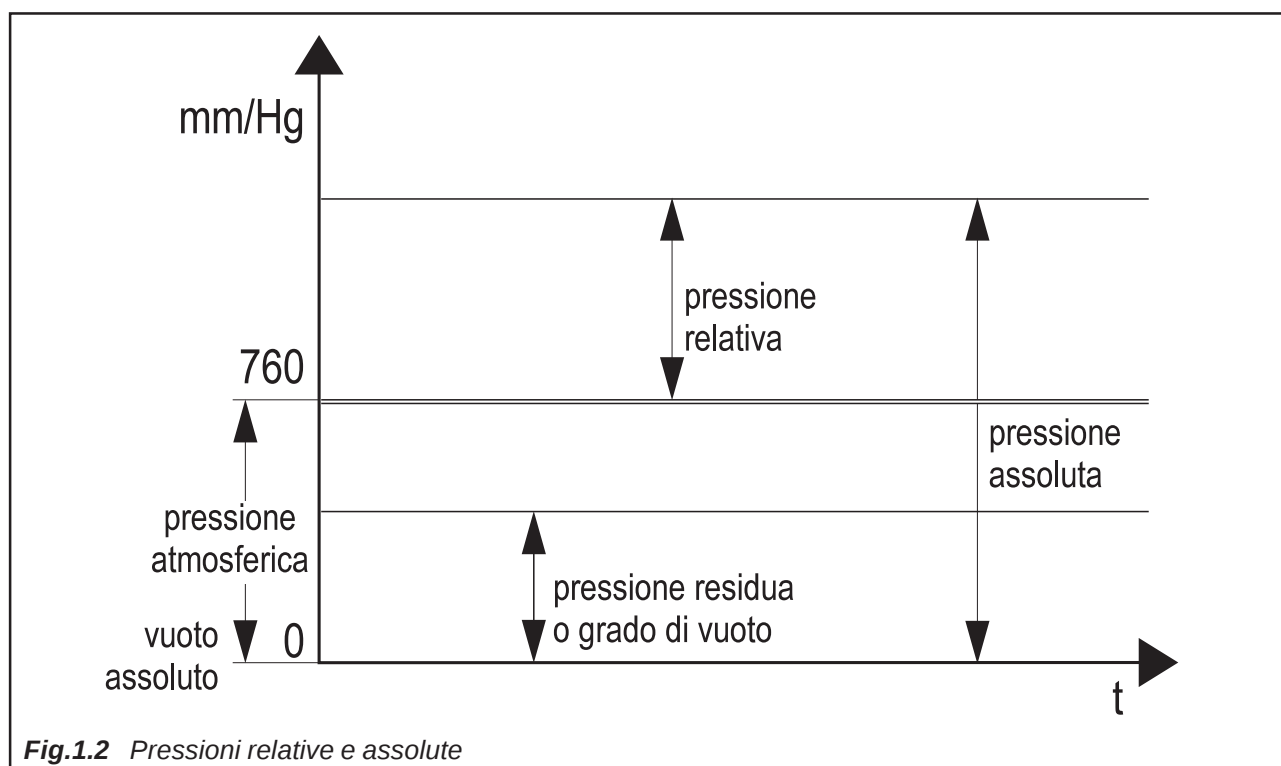
L'aria, per effetto del suo peso, esercita una pressione sulla superficie corporea pari a 1,033 Kg/cm², misurata al livello del mare.

Quando immettiamo aria compressa in una bombola fino a raggiungere 2 Kg/cm², si è introdotta aria fino ad arrivare a 2 Kg/cm² in più degli 1,033 Kg/cm² già presenti nel contenitore poichè questo è a contatto con l'atmosfera.

La pressione di 2 Kg/cm² è detta pressione relativa, perché viene riferita alla pressione atmosferica.

La pressione assoluta è data dalla somma della pressione relativa più quella atmosferica.

Nella figura 1.2 è riportato, sotto forma di diagramma, quanto detto sopra.



Generalmente nella refrigerazione si misurano le pressioni relative, ponendo uguale a 0 il valore della pressione atmosferica.

I manometri per la refrigerazione, che possono misurare anche il vuoto, (manovuotometri) sono tarati da 760 mmHg a 0 mmHg. Quest'ultimo valore viene letto quando si realizza il vuoto perfetto. Solitamente si legge un fondo scala di 76 mmHg, che rappresenta il grado di vuoto realizzato.

1.2.3. KILOCALORIA: energia termica somministrata durante i cambiamenti di stato: la caloria esprime quindi la quantità di calore che bisogna fornire ad 1 Kg di acqua distillata per aumentarne la temperatura di 1°C (da 14,5°C a 15,5°C).

1.2.4. KILOFRIGORIA: la quantità di calore che bisogna sottrarre ad 1 Kg di acqua distillata per abbassarne la temperatura di 1°C.

Come negli impianti di riscaldamento la potenza viene espressa in Kcal/ora negli impianti frigoriferi o di condizionamento, la capacità di raffreddamento è espressa in Kfrig/ora.

1.2.5. KFRIGORIE/ORA: per Kfrig/ora si intende la quantità di calorie sottratte in 1 ora dal fluido refrigerante durante il processo di evaporizzazione.

1.2.6. CALORE SPECIFICO: Dicesi calore specifico di una sostanza, la quantità di calore che occorre somministrare ad 1 Kg della sostanza stessa per elevarne la temperatura di 1°C. Tale valore è per l'acqua uguale ad 1 Kcal °C/Kg.

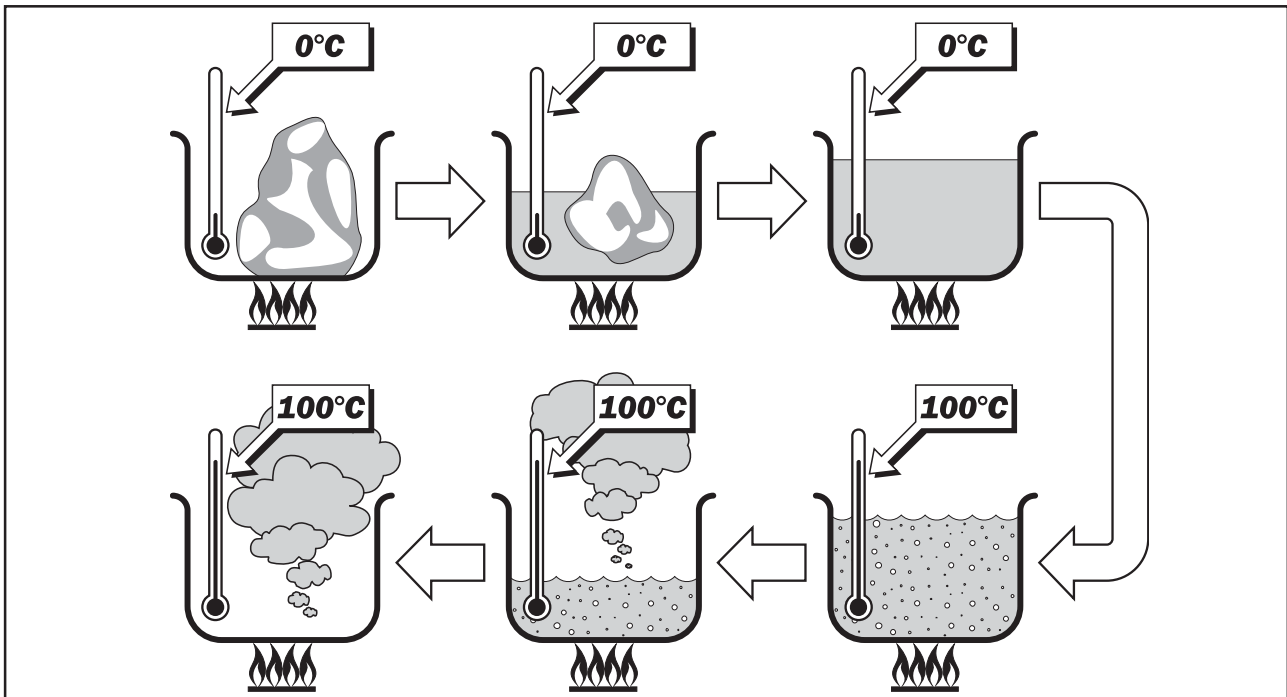


Fig.1.2 Temperatura e stati fisici dell'acqua. La temperatura rimane costante durante i cambiamenti di stato, l'energia serve a rompere i legami molecolari e non ad innalzare la temperatura.

1.3. PROPAGAZIONE DEL CALORE

Il calore si trasmette sempre da un corpo più caldo a uno più freddo, cioè da un corpo con temperatura maggiore ad uno con temperatura minore. Questo passaggio di energia può avvenire anche all'interno di uno stesso corpo, dalla parte a temperatura maggiore a quella a temperatura minore.

La trasmissione del calore può avvenire in tre modi che ora analizzeremo:

1.3.1. CONDUZIONE

Può avvenire che il calore si propaghi da uno strato all'altro di un corpo senza che la materia si sposti dai punti più caldi a quelli più freddi: si dice allora che il calore si propaga per conduzione.

La propagazione del calore all'interno di una materia dipende naturalmente dal tipo di materiale stesso; così, ad esempio, nei metalli la propagazione è più facile mentre nel vetro la diffusione del calore risulta più difficile. Pertanto il vetro è un buon isolante termico.

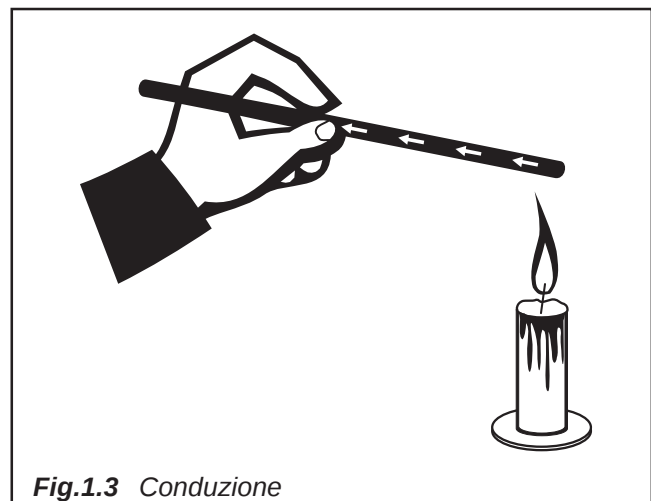


Fig.1.3 Conduzione

1.3.2. CONVEZIONE

Può avvenire invece che il riscaldamento di una parte di un corpo provochi un movimento della materia dalle parti più calde a quelle più fredde, in modo tale che il calore è trasportato dalla materia stessa in movimento che andrà a riscaldare infine tutta la massa del corpo. Si dice allora che il calore si trasmette per convezione.

Si capisce che una tale modalità di trasmissione del calore potrà avvenire solo in quelle sostanze le cui molecole sono sufficientemente libere di muoversi; ovvero nei gas e nei liquidi.

Lo scambio di calore in un ambiente riscaldato è dovuto ai moti convettivi tra l'aria più calda e l'ambiente, lo stesso dicasi per il raffreddamento generato dagli impianti di condizionamento: l'aria fredda dalle bocchette si miscela con quella dell'ambiente e ne sottrae calore. Tale abbassamento di temperatura viene percepito dall'uomo che ne ricava una sensazione di benessere.

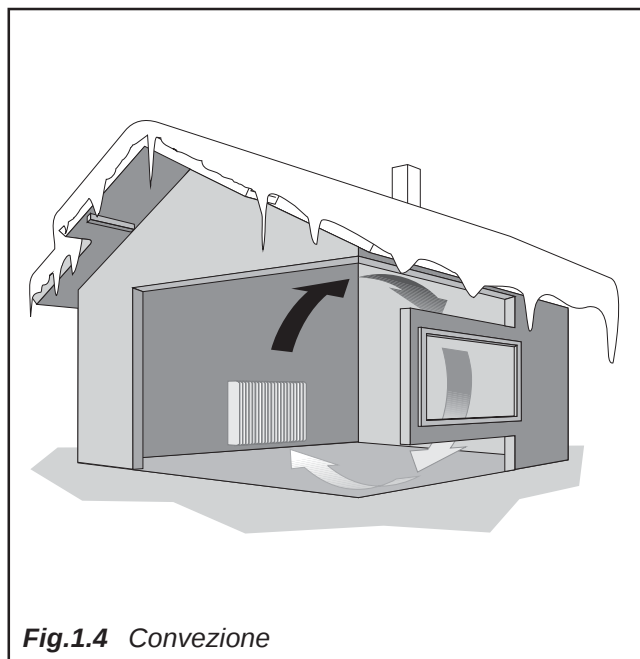


Fig.1.4 Convezione

1.3.3. IRRAGGIAMENTO

Infine si osserva che un corpo più caldo può determinare il riscaldamento di un corpo più freddo senza che questi due corpi siano in contatto e senza che la sostanza interposta partecipi alla propagazione del calore, la quale può avvenire anche nel vuoto. Si dice allora che il calore si propaga dal primo corpo al secondo per irraggiamento.

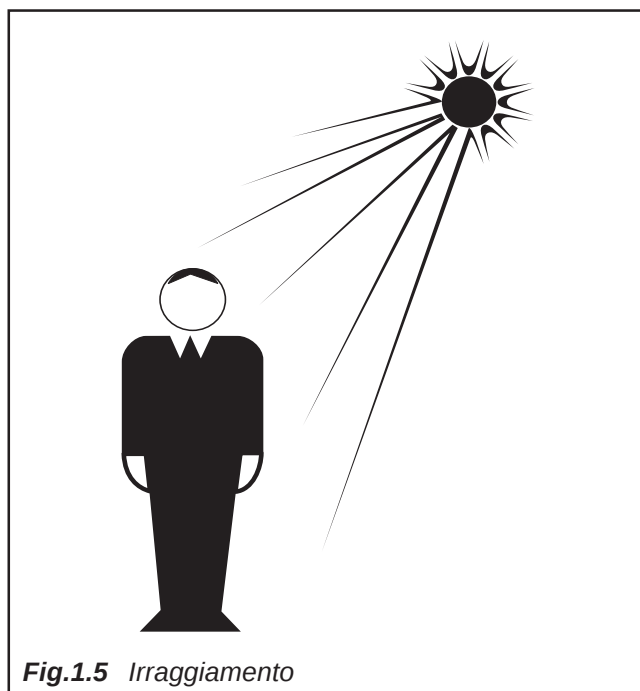


Fig.1.5 Irraggiamento

1.4. AUMENTO DI TEMPERATURA E CALORE ASSORBITO

Se poniamo su una fiamma una data quantità di acqua fredda, constatiamo che l'aumento di temperatura dell'acqua è tanto maggiore quanto più a lungo l'acqua è mantenuta sulla fiamma. Quindi l'aumento di temperatura di un corpo dipende dalla quantità di calore assorbita dal corpo.

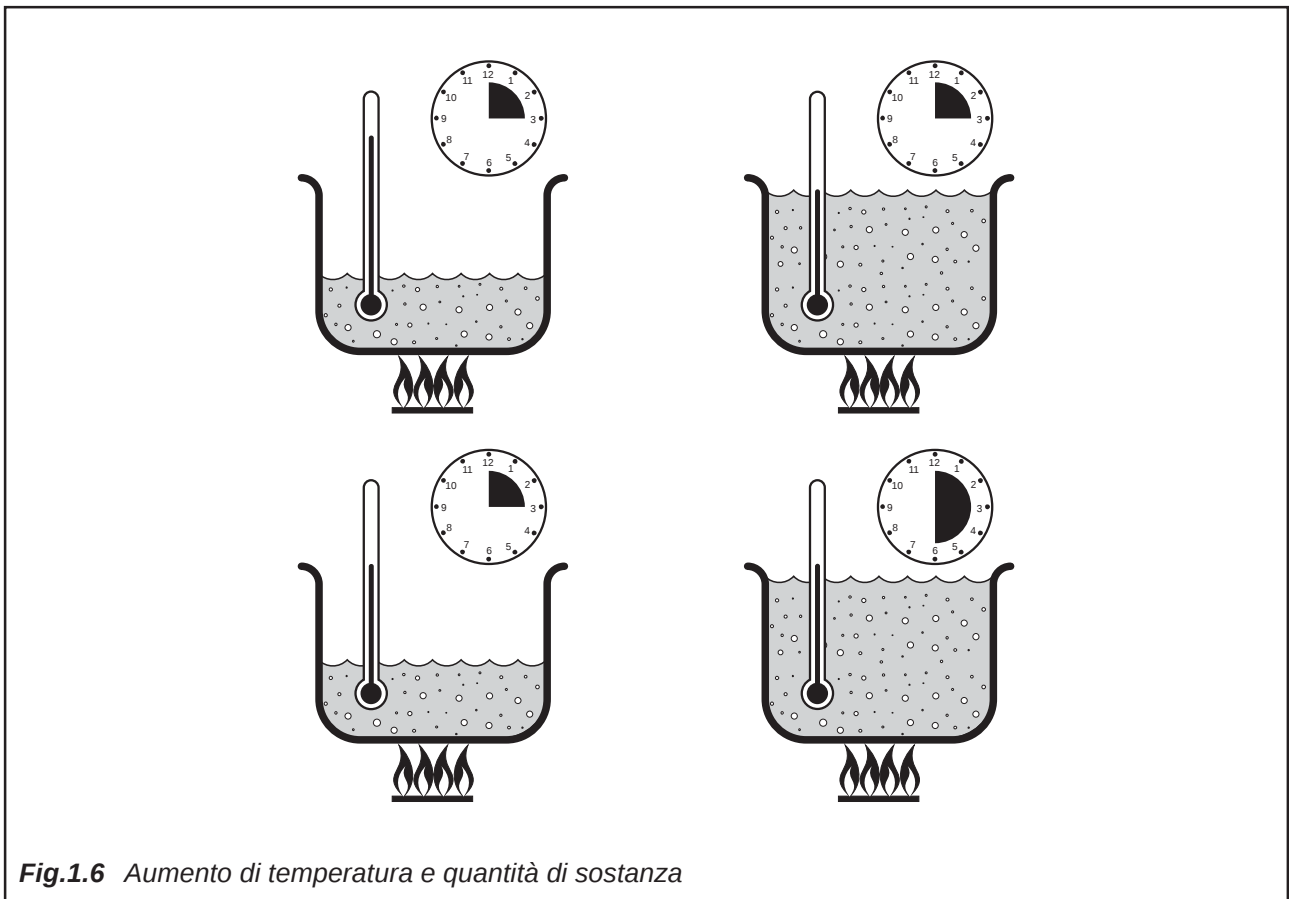


Fig.1.6 Aumento di temperatura e quantità di sostanza

Se poniamo per uno stesso tempo, sulla stessa fiamma, due recipienti contenenti diverse quantità di acqua, cioè forniamo ad essi la stessa quantità di calore, la temperatura raggiunta nel recipiente con minore quantità d'acqua è maggiore di quella raggiunta nell'altro recipiente.

Se vogliamo ottenere un uguale aumento di temperatura in entrambi i recipienti dobbiamo mantenere più a lungo sulla fiamma il recipiente contenente più acqua. Se ne conclude che: l'aumento di temperatura dipende dalla quantità di sostanza che viene riscaldata. Per ottenere un dato aumento di temperatura, occorre fornire tanto più calore quanto maggiore è la quantità di sostanza che deve essere scaldata (Fig.1.6).

2. FLUIDO FRIGORIGENO

NON TOSSICO
NON INQUINANTE
NON INFIAMMABILE
NON ESPLOSIVO
NON OSSIDANTE
NON CORROSIVO
INODORE
BASSA TEMPERATURA
DI EBOLLIZIONE
ELEVATO CALORE
DI VAPORIZZAZIONE



R 134a

2.1. CARATTERISTICHE DEL REFRIGERANTE

In seguito alla scoperta della dannosità dei CFC (R12) nei confronti dell'ambiente si scelse di sostituire ad esso l'HFC-134a che non contiene atomi di cloro responsabili della distruzione della fascia di ozono, ma atomi di fluoro.

Le differenze dell'R134a rispetto all'R12 sono le seguenti:

R134a:

- ***Aumento pressione di condensazione***
- ***Diminuzione pressione di aspirazione***
- ***Diminuzione della temperatura gas uscita compressore***
- ***Aumento del volume specifico***

Altre conseguenze dirette di quanto sopra detto sono:

Per un dato sistema con nessun altro cambiamento tranne il refrigerante, il peso del refrigerante è minore di circa il 10 - 12 %.

La temperatura aria uscita bocchette può aumentare di circa 2°C in funzione della potenza disponibile al condensatore

Volendo tenere l'alta pressione al livello dell'R12 la capacità di condensazione deve aumentare di circa il 20% in condizioni di velocità normale.

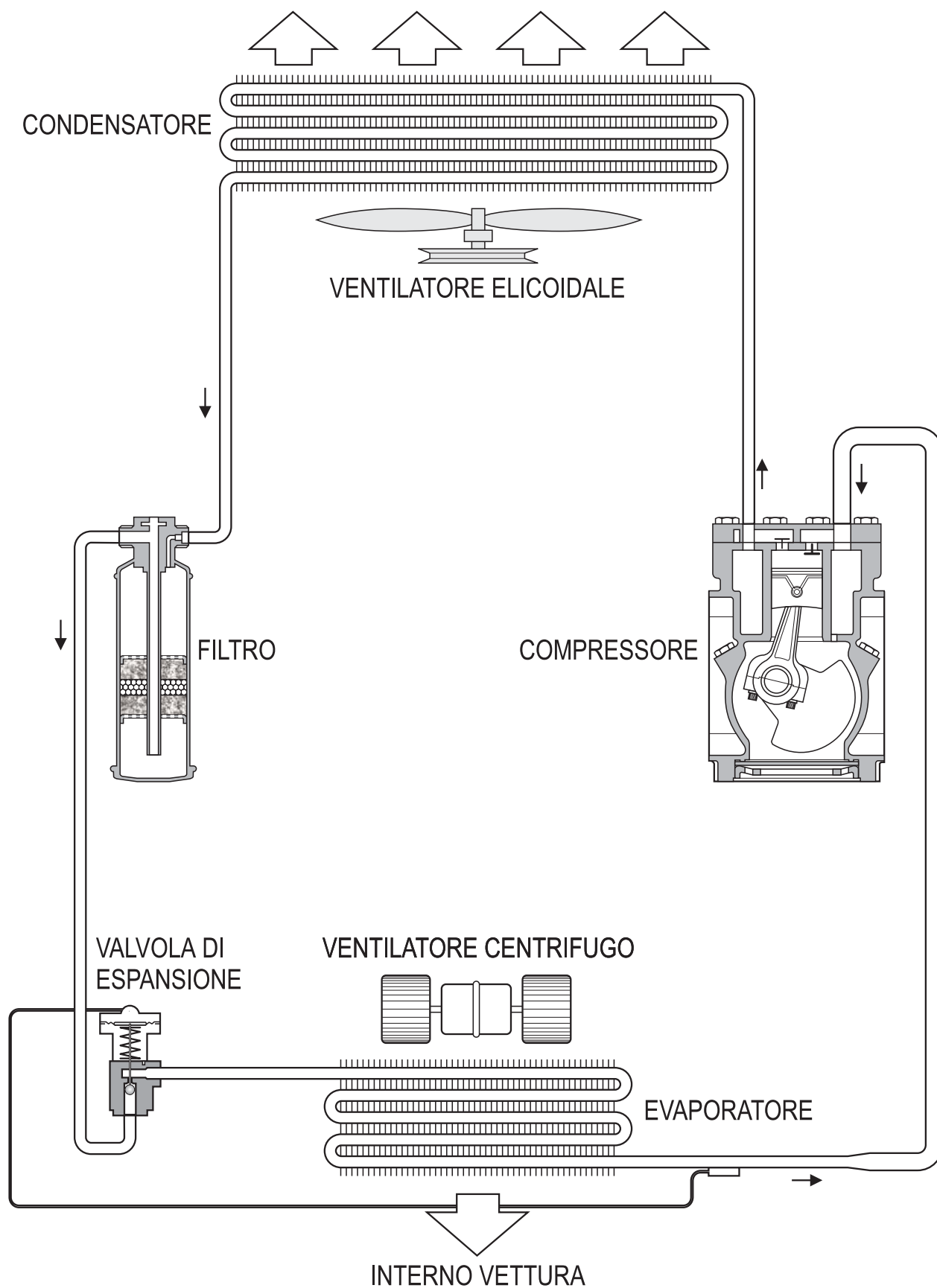
Questo può essere fatto aumentando il condensatore, la portata d'aria al condensatore o la combinazione di entrambi.

Volendo mantenere inalterata la sezione del condensatore questo comporta un aumento della portata d'aria del 20 ÷ 30 %.

Oltre alle considerazioni di carattere termodinamico occorre tener presente anche il cambiamento delle proprietà chimico fisiche di questo nuovo gas che per la loro peculiarità hanno richiesto la sostituzione dell'olio lubrificante presente nel circuito.

Quindi a causa delle diverse proprietà fisiche e termodinamiche la quantità di gas che viene introdotta in un impianto è minore del 5 ÷ 30 % rispetto ad un analogo impianto in R12.

3. SISTEMA FRIGORIGENO



Lo scopo di una macchina frigorifera è quello di assorbire calore da un ambiente a temperatura inferiore e di trasmetterlo ad un flusso d'aria a temperatura superiore. Affinché ciò avvenga è necessario fornire all'impianto una certa potenza.

Questa, fornita dal compressore, viene sottratta alla potenza generata dal motore. I componenti essenziali dell'impianto di refrigerazione a compressione di vapore saturo sono: il compressore, il condensatore, la valvola di espansione e l'evaporatore, come si può vedere dalla figura della pagina precedente, e collegati fra loro in circuito chiuso.

Il suo principio di funzionamento si può così sintetizzare: il refrigerante allo stato gassoso, viene aspirato dal compressore alla pressione di $0,5 \div 2$ bar. Il fluido riscaldato dalla compressione a $80^\circ \div 100^\circ\text{C}$ passa, sempre allo stato gassoso, nel condensatore dove, per effetto del flusso d'aria di raffreddamento (ottenuto per avanzamento della vettura o per azione dell'elettroventilatore) che lo attraversa, raggiunge il punto di condensazione, passando allo stato liquido ad alta pressione, ($15 \div 20$ bar).

In seguito il refrigerante entra in un filtro avente tre funzioni: trattenere le impurità, assorbire l'umidità contenuta nel circuito e funzionare come serbatoio di riserva del refrigerante stesso.

Il refrigerante arriva quindi alla valvola di espansione, la quale lo immette nell'evaporatore in cui vi è una pressione di circa 1 bar. A questa pressione il fluido si trova ad una temperatura di -7°C . L'aria che attraversa l'evaporatore, per azione di un ventilatore avendo una temperatura considerevolmente più elevata, provoca l'evaporazione del fluido cedendo ad esso calore e venendo quindi raffreddata.

L'aria raffreddandosi, deposita sulle alette dell'evaporatore parte dell'umidità che contiene sotto forma di goccioline, che vengono raccolte in una vaschetta e scaricate all'esterno della vettura. L'aria, così raffreddata e deumidificata viene inviata all'interno del veicolo. All'uscita dall'evaporatore, il refrigerante viene nuovamente aspirato dal compressore, dando inizio così ad un nuovo ciclo.

**REFRIGERAZIONE +
DEUMIDIFICAZIONE =**

ARIA CONDIZIONATA

4. I COMPONENTI DI UN IMPIANTO IN R134a

4.1. COMPATIBILITÀ DEI COMPONENTI

Tutti i componenti del sistema devono essere compatibili con il refrigerante R134a e con l'olio polyestere.

Residui di sostanze contenenti cloro, olio minerale e paraffina non devono essere presenti nell'impianto.

4.1.1. EVAPORATORE - CONDENSATORE

Le batterie evaporatrici e condensatrici possono utilizzare indifferentemente R12 e R134a.

4.1.2. FILTRO DEIDRATORE

Si deve utilizzare un filtro compatibile con R134a e con l'olio polyestere. Un filtro per R12 non è compatibile con l'R134a. Occorre utilizzare, per l'R134a, un filtro con disessiccante XH7 (Zeolite). Un filtro di questo tipo può essere utilizzato anche per l'R12.

4.1.3. TUBI

Le molecole di R134a, essendo più piccole delle molecole di R12, necessitano di materiali con permeabilità più bassa. Si tende ad utilizzare tubi flessibili con "nylon-barrier".

4.1.4. O-RINGS

L'esposizione di questi particolari all'olio sintetico PAG utilizzato per R134a può provocare variazioni dimensionali. La tendenza attuale è di utilizzare O-RINGS in Neoprene-butadiene HNBR.

4.1.5. COMPRESSORE

I compressori per R12 non possono utilizzare il fluido R134a, questo perchè l'olio contenuto nei compressori per R12 è incompatibile con l' R134a.

Un buon condizionatore per veicoli deve soddisfare determinati requisiti.

- ***Raggiungere nel minor tempo possibile e mantenere all'interno dell'abitacolo una temperatura confortevole e quanto più possibile costante***
- ***Offrire la possibilità di selezionare, in un vasto campo di temperature, il valore necessario per garantire il comfort, in base alla fisiologia del guidatore e alle condizioni atmosferiche esterne***
- ***Mantenere il giusto grado di umidità***
- ***Evitare la formazione di condensa sui vetri***
- ***Evitare la distribuzione stratificata dell'aria***

Per la progettazione di un impianto di condizionamento occorre determinare gli apporti di calore sensibile e di calore latente, relativi all'abitacolo della vettura.

Per calore sensibile si intende qualsiasi apporto di calore per conduzione, convezione, irraggiamento, mentre il calore latente è la quantità di calore da asportare per condensare il vapore sviluppatosi o introdottosi in ambiente.

Le più comuni sorgenti di calore sensibile sono:

- *la radiazione solare, che si trasmette nell'interno della vettura attraverso i vetri e la carrozzeria,*
- *il calore trasmesso all'interno dell'abitacolo per effetto della differenza di temperatura tra aria interna ed aria esterna,*
- *il calore prodotto all'interno della vettura dalle persone e da eventuali dissipazioni di potenza,*
- *il calore dovuto ad infiltrazioni di aria esterna,*
- *il calore emesso dal motore del veicolo e quello irraggiato dal manto stradale.*

Le sorgenti di calore latente sono:

- *il vapore sviluppato dalle persone,*
- *il vapore introdotto da eventuali infiltrazioni di aria esterna, avente un'umidità specifica maggiore di quella dell'aria dell'abitacolo.*

La condizione di benessere fisico è ottenuta dall'equilibrio tra i vari apporti di calore, precedentemente esaminati, e la quantità di calore assorbita in estate o immessa in inverno, dall'impianto di climatizzazione.

Le grandezze che devono essere note per tale calcolo sono:

- *la temperatura e l'umidità relativa dell'aria esterna,*
- *la temperatura e l'umidità relativa che si vogliono realizzare all'interno della vettura,*
- *l'intensità della radiazione solare,*
- *il numero degli occupanti della vettura,*
- *il coefficiente di assorbimento e di trasmissione della radiazione solare delle pareti,*
- *la superficie esterna della vettura,*
- *il colore della vettura, una carrozzeria di colore scuro tende ad assorbire una frazione maggiore di energia solare, quindi sarà più calda di una vettura di colore chiaro.*

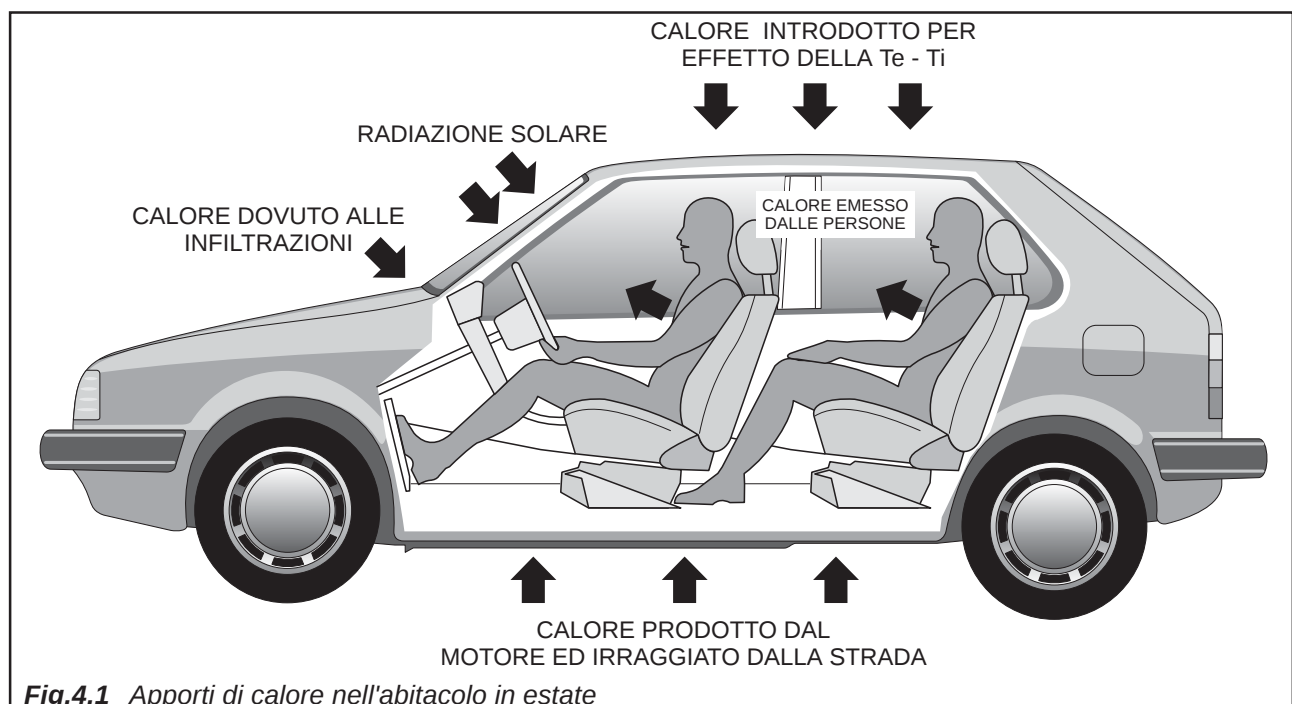


Fig.4.1 Apporti di calore nell'abitacolo in estate

5. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

5.1 COMPRESSORE

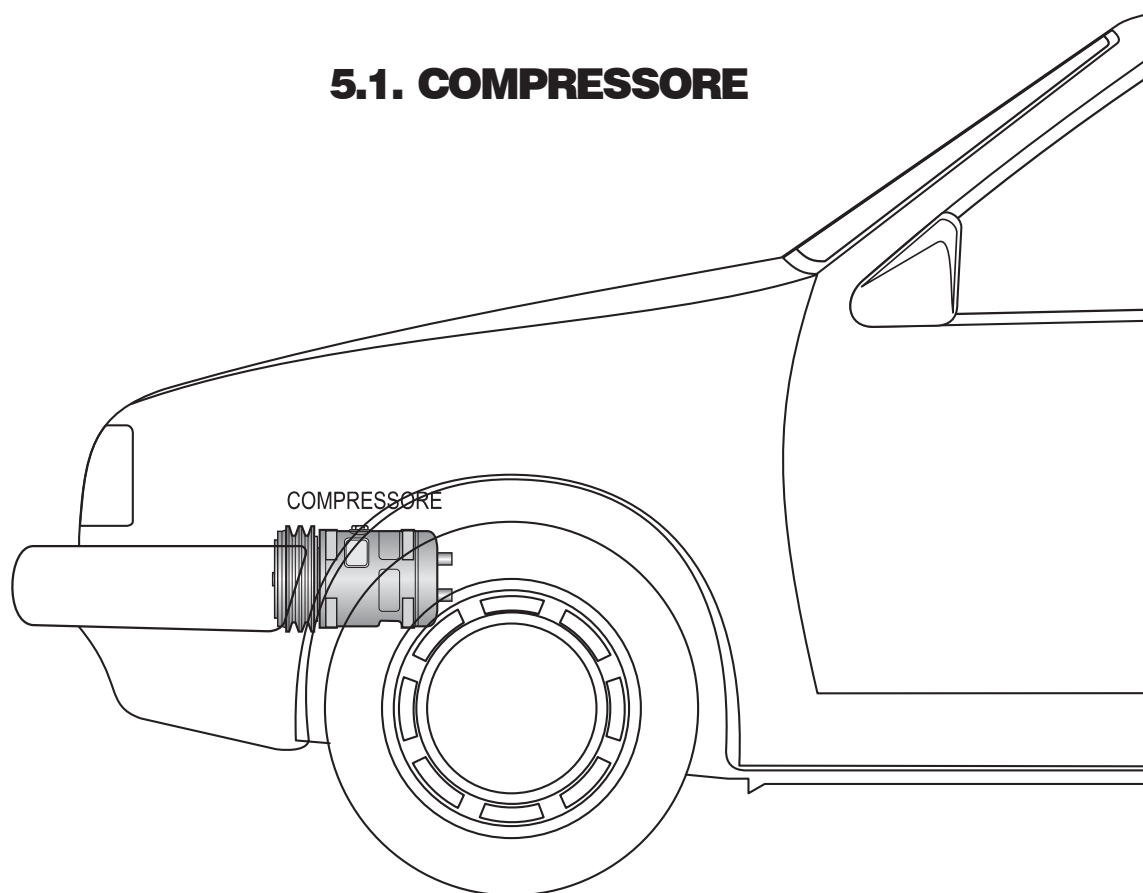
5.2 CONDENSATORE

5.3 FILTRO

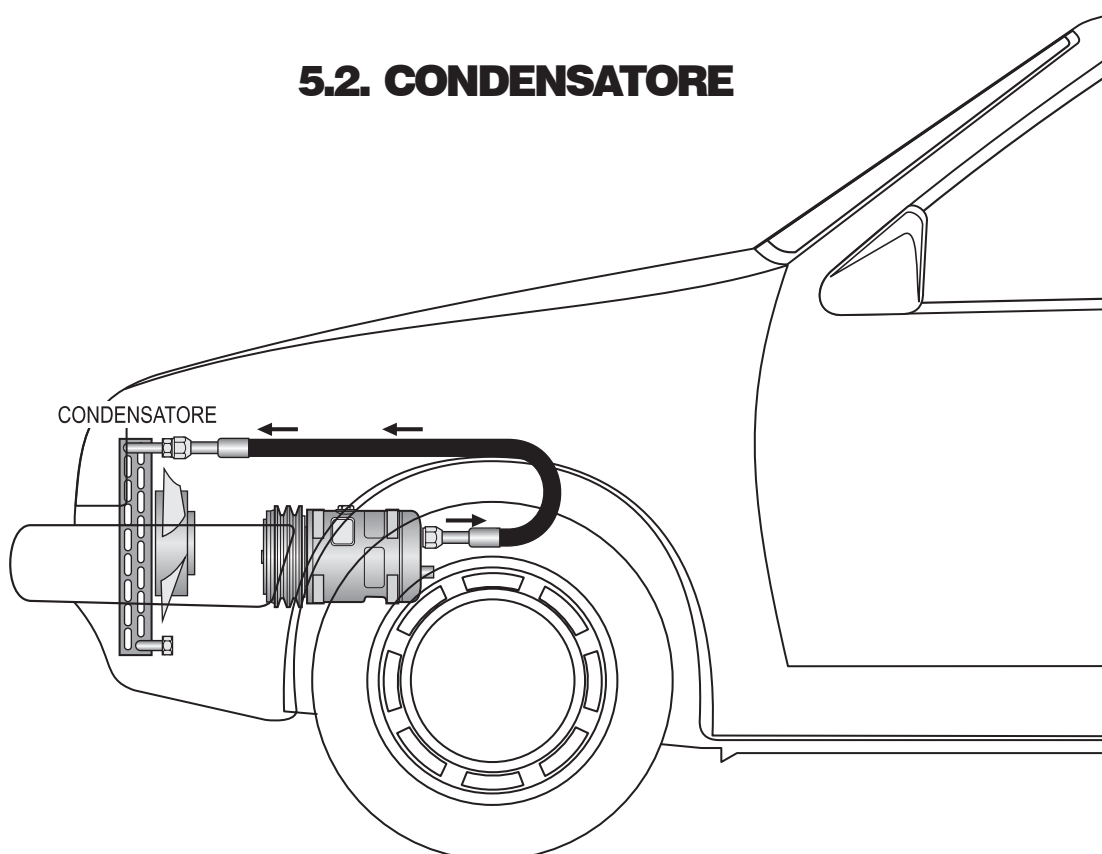
5.4 VALVOLA DI ESPANSIONE

5.5 EVAPORATORE

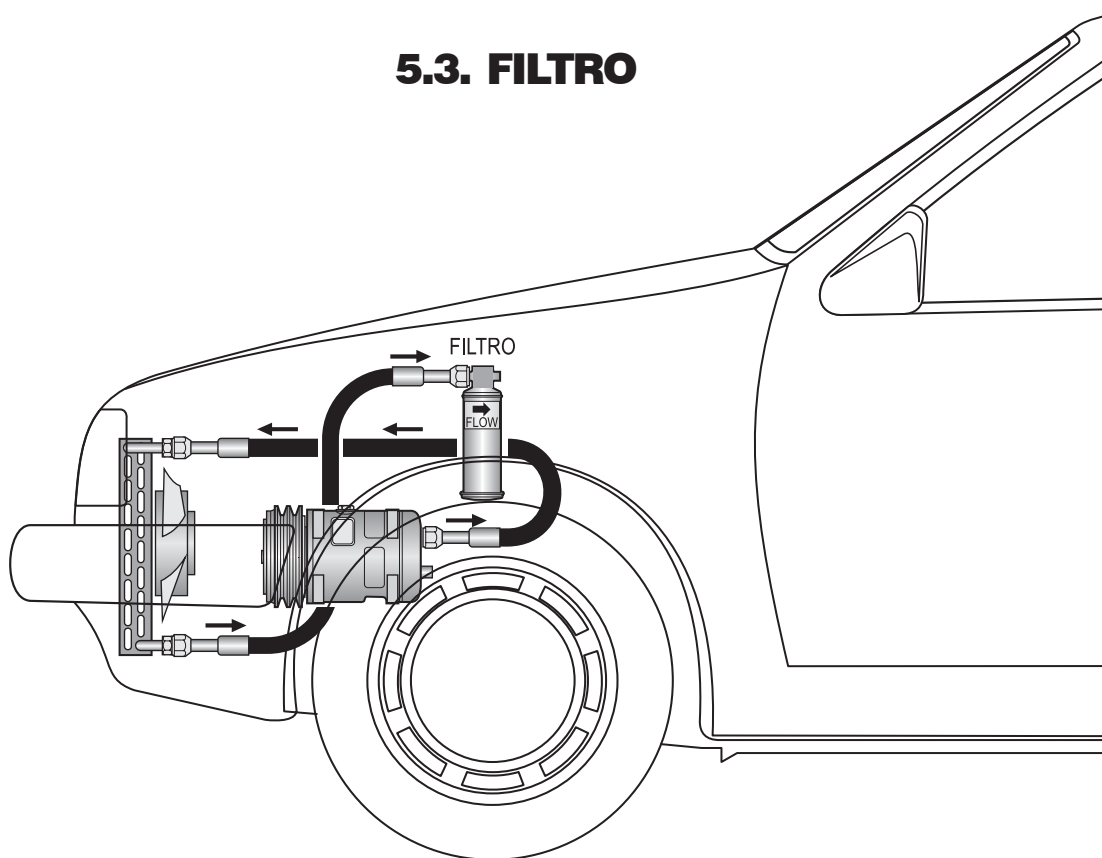
5.1. COMPRESSORE



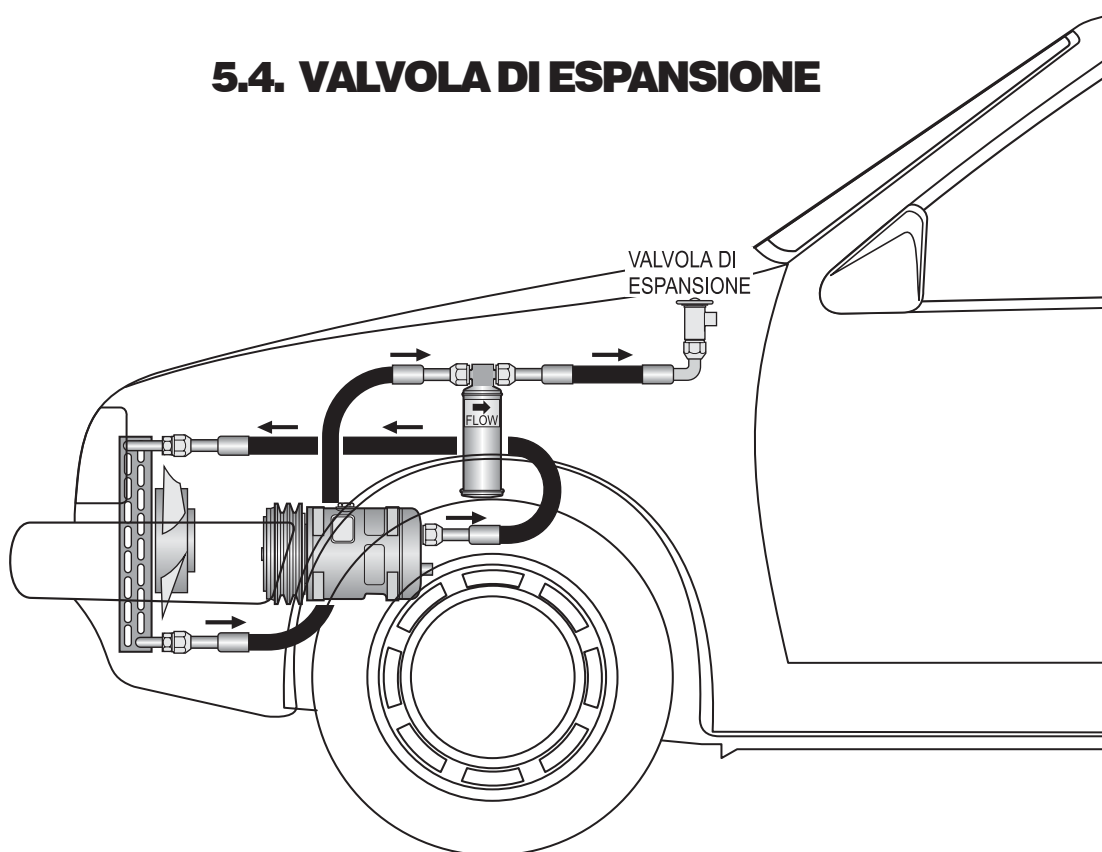
5.2. CONDENSATORE



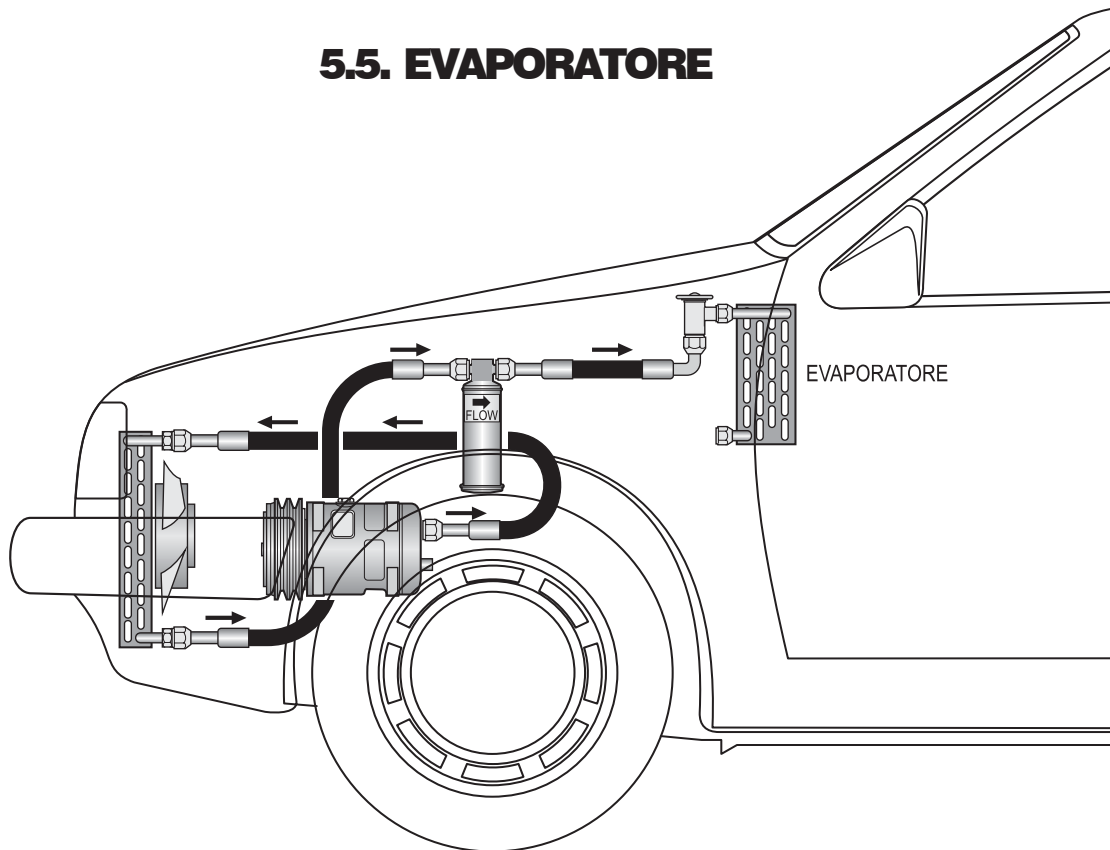
5.3. FILTRO



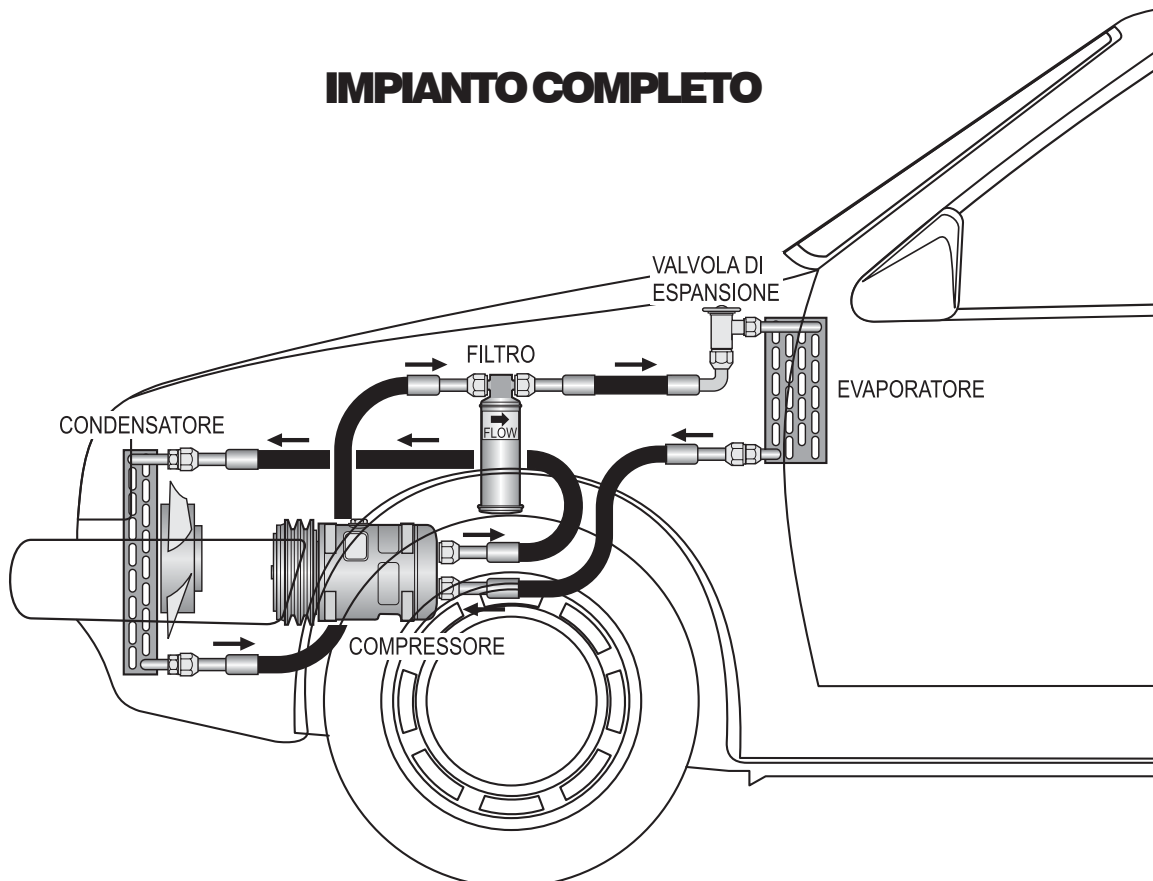
5.4. VALVOLA DI ESPANSIONE



5.5. EVAPORATORE



IMPIANTO COMPLETO



5.1. COMPRESSORE

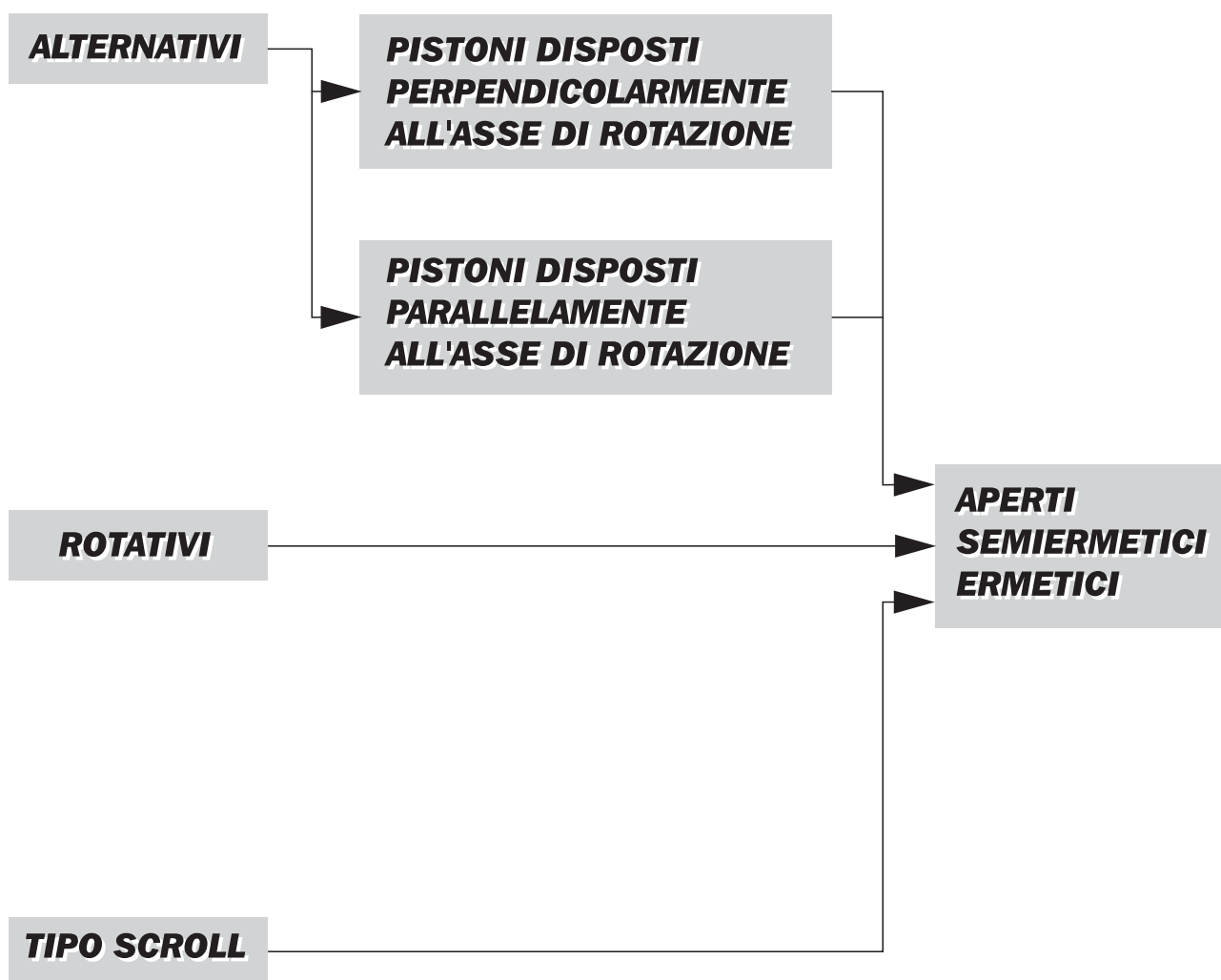
Il compressore è una macchina che aspira il fluido refrigerante, sotto forma di vapore a bassa pressione e lo scarica ad alta pressione.

L'energia necessaria a comprimere il fluido è fornita dal motore che trascina il compressore tramite una cinghia.

Il compressore viene caratterizzato dalla cilindrata e dal sistema meccanico con cui realizza la compressione.

Possiamo quindi individuare, nell'ambito del condizionamento i seguenti tipi di compressore:

TIPOLOGIE DI COMPRESSORI



5.1.1. COMPRESSORI ALTERNATIVI A PISTONI DISPOSTI PERPENDICOLARMENTE ALL'ASSE DI ROTAZIONE

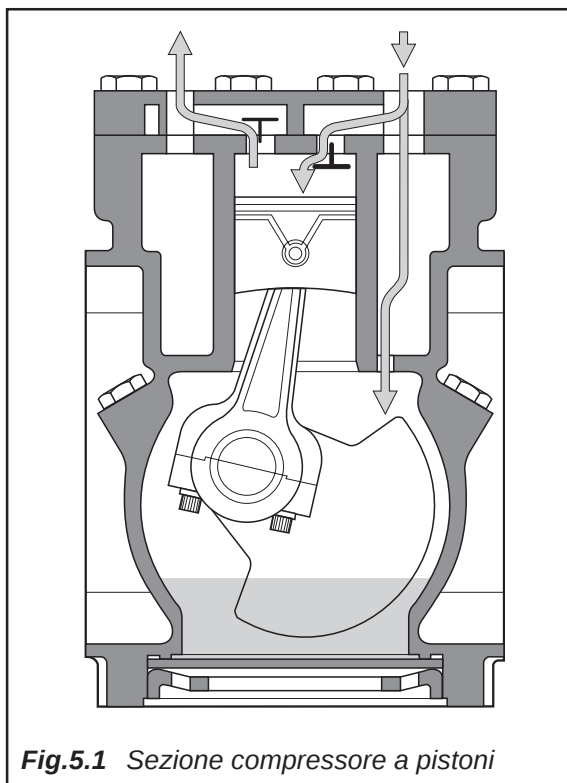


Fig.5.1 Sezione compressore a pistoncini

Per questo tipo di compressori la cilindrata V dipende dal diametro D del cilindro, dalla corsa C del pistone e dal numero di cilindri N .

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot C \cdot N$$

Il funzionamento è il seguente:

il collegamento del pistone con l'albero di rotazione fa sì che il movimento rotatorio dell'albero sia trasformato in un movimento alternativo del pistone che si sposta tra il punto morto inferiore e il punto morto superiore.

La distanza tra queste due posizioni è la corsa. Il fluido viene aspirato attraverso una valvola di aspirazione che si apre grazie alla depressione creata nel cilindro durante la discesa del pistone. Arrivando al punto morto inferiore il pistone ricomincia a salire, la valvola di aspirazione si chiude e il gas contenuto al suo interno viene compresso. Quando la pressione all'interno supera il pre-carico della molla che tiene chiusa la valvola di

scarico, questa si apre e il gas compresso esce dal cilindro. Il ciclo si ripete.

Si definisce rapporto di compressione il rapporto tra la pressione assoluta di mandata e la pressione assoluta di aspirazione.

La lubrificazione del compressore è assicurata in parte dall'olio trascinato dal fluido refrigerante in aspirazione e in parte per sbattimento: l'albero del compressore girando provoca lo sbattimento dell'olio che lubrifica i due cuscinetti a sfere, anteriore e posteriore, che hanno la funzione di supporto di banco dell'albero stesso.

Nel compressore posizionato verticalmente l'olio lambisce metà del perno di biella quando il corrispondente stantuffo si trova al punto morto inferiore, quando l'albero del compressore gira, alternativamente i due stantuffi vengono a trovarsi al punto morto inferiore; in questa posizione l'olio, presente nel basamento del compressore lubrifica il perno di biella. Mentre il pistone risale l'olio scorre verso i lati e lubrifica la parete del cilindro e il mantello dello stantuffo. Una parte dell'olio ricade successivamente nel basamento mentre la parte rimanente supera l'anello elastico di tenuta, e per effetto della compressione si nebulizza assieme al refrigerante e percorre l'intero impianto di condizionamento.

La presenza di olio facilita il funzionamento delle valvole esistenti nell'impianto, assicurando loro la necessaria lubrificazione.

Terminato il ciclo, l'olio e il freon a bassa pressione, ritornano nel compressore attraverso la luce di aspirazione e l'olio si separa dal freon raggiungendo nuovamente il basamento.

5.1.2. COMPRESSORE ALTERNATIVO CON PISTONI DISPOSTI PARALLELAMENTE ALL'ASSE DI ROTAZIONE

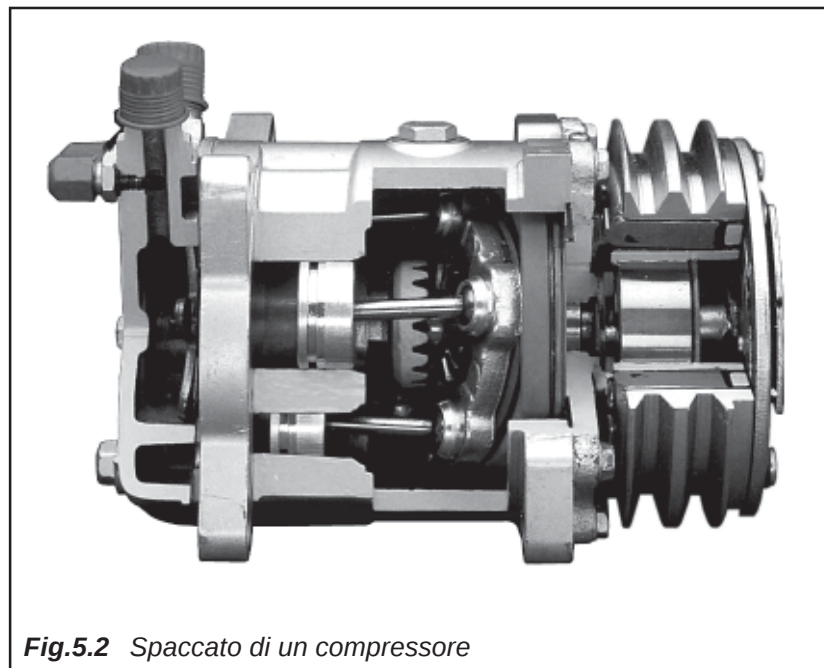


Fig.5.2 Spaccato di un compressore

In questi compressori il moto rotativo dell'albero viene trasmesso ai pistoni mediante un piattello inclinato circolare, in tal modo il pistone assume un moto alternativo e si muove tra il punto morto inferiore ed il superiore realizzando la compressione del fluido. Qui la lubrificazione viene realizzata in parte tramite sbattimento e in parte in pressione.

Questi compressori sono più compatti, permettono il montaggio orizzontale e quindi una facilità di installazione maggiore.

Il senso di rotazione può essere orario o antiorario.

Il compressore viene messo in rotazione tramite una puleggia che solitamente è svincolata dall'albero del compressore e ruota trascinata dal motore. Quando è necessario comprimere il gas, la frizione elettromagnetica solidale all'albero del compressore si porta a contatto con la puleggia, il moto viene trasmesso all'albero e il gas viene compresso.

5.1.3. COMPRESSORI ROTATIVI

Un compressore rotativo è, invece, costituito da un nucleo che ruota eccentricamente entro un corpo cilindrico, ovvero il centro dell'albero interno rotante è spostato rispetto al centro del cilindro esterno.

Sull'albero interno sono disposte delle palette in senso radiale e possono muoversi scorrendo in scanalature ricavate nell'albero. Essendo disassati l'albero e la sua sede, all'interno del compressore vi sarà un volume libero non simmetrico, ovvero da una parte il volume sarà piccolo, essendo vicini albero e sede, dall'altra il volume sarà maggiore essendo albero e sede più distanti.

Il funzionamento è il seguente: ruotando l'albero le palette tendono per la forza centrifuga, ad essere allontanate dall'albero e ad entrare in contatto con la superficie del cilindro, il gas risulta imprigionato tra una paletta e l'altra. Ruotando l'albero il gas viene compresso in quanto il volume in cui è contenuto diminuisce progressivamente. Successivamente il gas compresso defluisce attraverso una valvola di scarico.

Un compressore di questo tipo ha un rendimento relativamente basso in quanto si hanno dei trafileamenti attraverso i giochi tra le palette e la sede, quindi non si possono realizzare alti rapporti di compressione in quanto il refrigerante tenderebbe a defluire tra le palette.

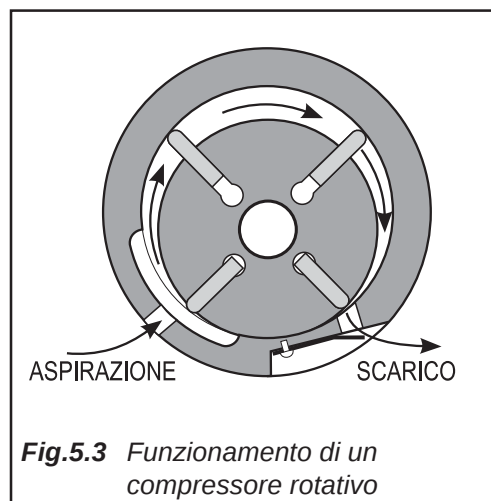


Fig.5.3 Funzionamento di un compressore rotativo

5.1.4. COMPRESSORI TIPO SCROLL

Il principio di funzionamento è paragonabile a quello dei compressori rotativi, anche qui il gas è intrappolato in un volume che decresce progressivamente. Per la sua tipologia costruttiva questo compressore presenta un basso livello di vibrazioni e di conseguenza una rumorosità più bassa.

Tuttavia è un compressore non ancora molto diffuso le cui applicazioni possono essere piccoli e medi veicoli, anche per la sua compattezza.

5.1.5. COMPRESSORI ERMETICI, SEMIERMETICI, APERTI

La tipologia costruttiva del compressore può essere di tipo APERTO: il compressore è smontabile per poter accedere a tutte le sue parti per la manutenzione. La tenuta del gas è realizzata con O-Rings e guarnizioni che sono soggette all'usura. L'albero si prolunga oltre la carcassa consentendo l'accoppiamento con un motore esterno che può essere a combustione interna o elettrico.

Nei compressori di tipo ERMETICO motore elettrico e compressore sono contenuti in un unico involucro; l'albero del motore elettrico è un prolungamento dell'albero del compressore. Il motore è normalmente raffreddato dal gas refrigerante aspirato.

L'involucro, o carcassa di questi compressori, viene chiuso mediante saldatura, impedendo qualsiasi perdita o fuoriuscita di gas refrigerante.

I SEMIERMETICI si differenziano da questi ultimi in quanto le varie parti, anziché rinchiusi in un contenitore ermetico saldato, sono giuntate mediante flange, bulloni e guarnizioni, rendendo così accessibili per eventuali manutenzioni, gli organi interni.

5.1.6. GIUNTO ELETTROMAGNETICO

I compressori che vengono impiegati negli impianti automobilistici sono dotati di un particolare dispositivo detto giunto elettromagnetico, che consente di rendere solidale il compressore al motore. Il moto viene trasmesso tramite cinghie a sezione trapezoidale o Poly-V.

Il giunto elettromagnetico, o frizione, è costituito dai seguenti elementi (Fig.5.4):

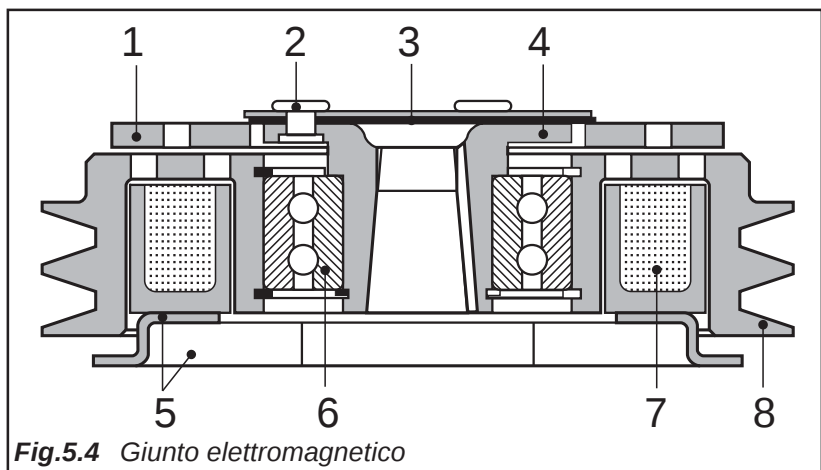


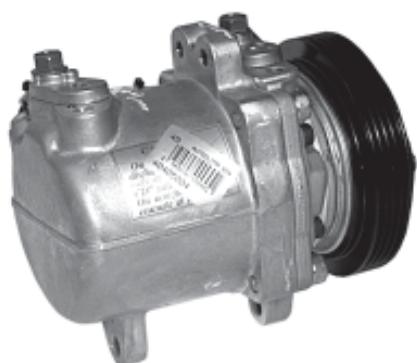
Fig.5.4 Giunto elettromagnetico

- una piastra (5) con elettromagnete (7), fissata al compressore mediante delle viti,
- un mozzo (4) calettato sull'albero del compressore mediante una chiavetta,
- un cuscinetto a doppia corona di sfere (6), che è montato sul mozzo (4) calettato sull'albero del compressore,
- una puleggia a doppia gola o Poly-v (8) che è montata sul cuscinetto (6),
- un disco (1) collegato mediante tre lamine o molle al mozzo (4) calettato sull'albero del compressore,
- tre lamine (3) che collegano il mozzo (4) al disco (1) tramite ribattini (2) e servono a tenere distanziato il disco dalla puleggia (8) e a ridurre le sollecitazioni all'atto dell'innesto.

Come già anticipato prima, quando l'impianto non è in funzione la puleggia gira in folle sul cuscinetto poiché è sempre trascinata in rotazione, mediante una cinghia, dalla puleggia calettata sull'albero motore; il compressore risulta invece solidale al mozzo.

Quando si inserisce l'impianto di condizionamento, per effetto della circolazione di corrente nell'elettromagnete (7) si crea un campo magnetico. La forza generata da questo, fa sì che l'elettromagnete attiri il disco (1) sulla puleggia (8), che così viene ad essere solidale all'albero del compressore. Quest'ultimo verrà quindi trascinato in rotazione.

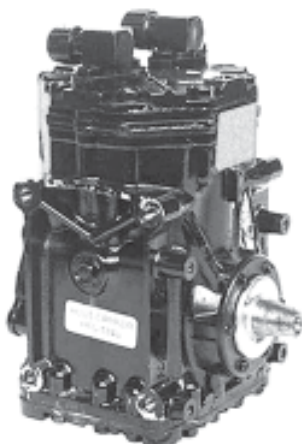
COMPRESSORI UTILIZZATI



SEIKO SEIKI



HARRISON



YORK



ZEXEL

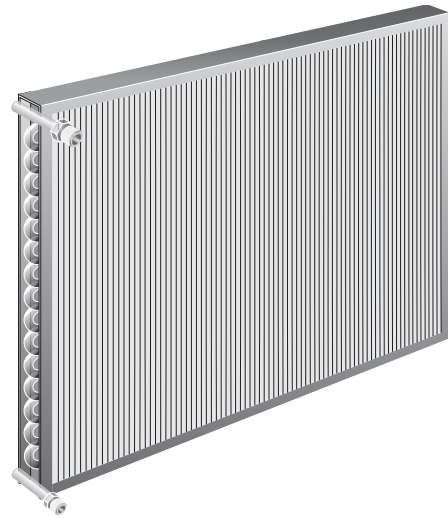


SANDEN

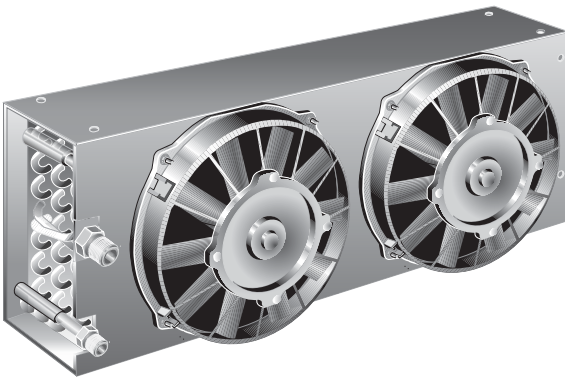
Fig.5.5 Compressori

5.2. CONDENSATORE

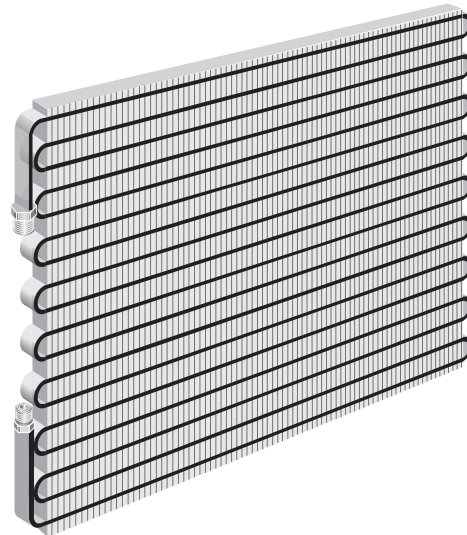
STATICO



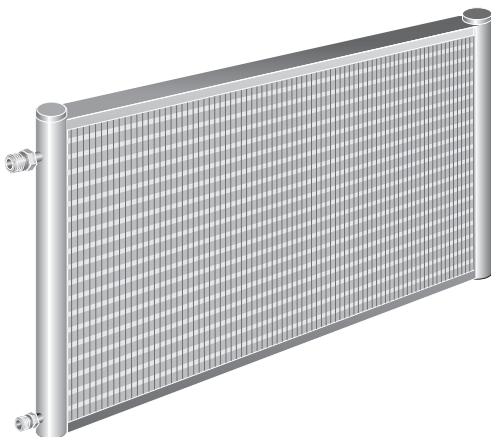
ELETTOVENTILATO



SERPENTINE



PARALLEL-FLOW



5.2. CONDENSATORE

Il condensatore è uno scambiatore di calore costituito da tubi in rame o alluminio a sezione circolare o schiacciata e con alette in alluminio per il raffreddamento.

Le parti in acciaio zincato da cui fuoriescono i tubi e le curvette sono chiamate spallette, mentre le parti a "C" superiori e inferiori a cui sono saldate solitamente le staffe e/o i perni per il fissaggio, sono detti tegoli.

Nel condensatore il calore assorbito dal refrigerante nell'evaporatore e quello prodotto durante la compressione, vengono ceduti a un flusso esterno d'aria che lo attraversa.

Questo flusso d'aria è prodotto dall'avanzamento della vettura (condensatore di tipo statico) o da uno o più elettroventilatori fissati sul condensatore stesso (elettroventilato).

Il refrigerante passa quindi dallo stato di vapore a quello liquido, eventualmente sottoraffreddato. Qualora si verificasse un basso scambio termico tra fluido refrigerante ed aria esterna, si viene ad avere un aumento della pressione nell'impianto e la non completa condensazione del refrigerante.

Ne consegue che, se perviene alla valvola di espansione del refrigerante in parte allo stato gassoso, si verifica una riduzione della resa dell'impianto.

Generalmente il condensatore viene posto davanti al radiatore dell'acqua. In questo modo però il radiatore viene lambito da aria calda che ne diminuisce la resa, pertanto, si rende necessario a volte anche il montaggio di una ventola supplementare.

Nel caso di volumi da condizionare più grandi, può rendersi necessario installare un secondo condensatore. Questo, nel caso di furgoni o minibus, può essere collocato sotto il pianale ed è opportunamente protetto per evitare che le alette o i tubi vengano danneggiati da sassi. Essendo situato in una parte del veicolo non lambita direttamente da un flusso d'aria dinamica questo condensatore è generalmente di tipo elettroventilato.

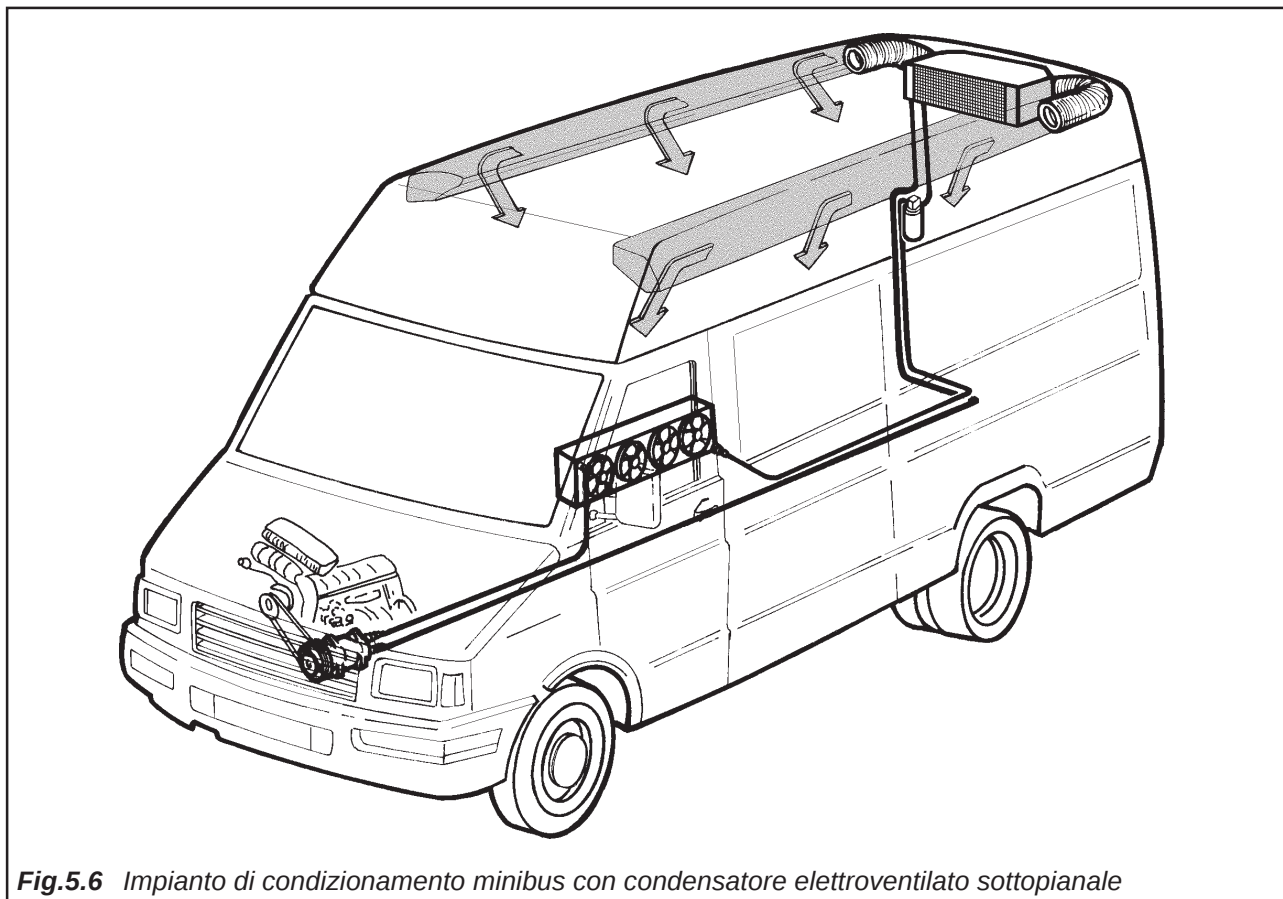


Fig.5.6 Impianto di condizionamento minibus con condensatore elettroventilato sottopianale

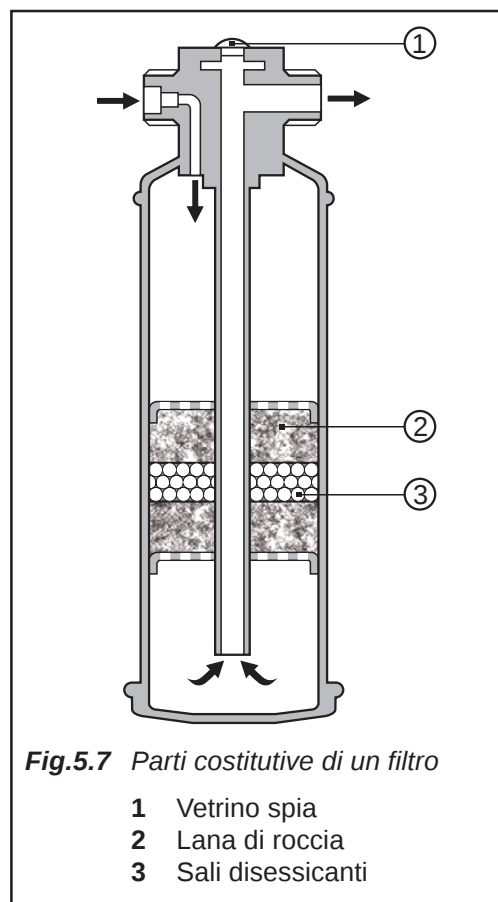
5.3. FILTRO

Nel circuito frigorifero il filtro è posto tra il condensatore e la valvola di espansione, fungendo da serbatoio di liquido, nel quale si accumula gran parte del fluido refrigerante, al fine di sopperire a eventuali perdite. Ha inoltre la funzione di depuratore, che esplica mediante strati filtranti di lana di roccia che trattengono le impurità che potrebbero ostruire la valvola di espansione.

Come già visto, l'introduzione dell'R134a è stata accompagnata da un nuovo tipo di olio sintetico che risulta dissolvibile nel gas. Questi oli per R134a hanno un grande potere igroscopico, ovvero assorbono particelle d'acqua dall'aria e tendono a generare acidi in presenza di umidità e di alcune molecole di cloro.

Pertanto il filtro dovrà avere una funzione deidratrice, ovvero dovrà trattenere le molecole d'acqua eventualmente presenti nell'impianto e trascinate dal fluido. Per fare ciò nel filtro deve esserci anche del disessiccante, le cui proprietà sono:

- **neutralizzazione dell'acido**
- **assorbimento dell'umidità**



Il disessiccante più usato è l'XH7. Inoltre questi sali disessiccanti non devono essere attaccati chimicamente dagli oli e devono mantenere la loro compattezza nel tempo.

Un filtro per R134a può essere usato per l'R12 ma non viceversa.

Il filtro è dotato, superiormente, di un vetrino spia che consente di controllare il passaggio del refrigerante.

Il filtro va montato correttamente riferendosi alle indicazioni presenti su di esso che individuano l'entrata e l'uscita, o dalla freccia che dà la direzione di passaggio del liquido che va dal condensatore all'evaporatore.

CONDENSATORE



EVAPORATORE

5.4. VALVOLA DI ESPANSIONE

5.4.1. EQUALIZZATA INTERNAMENTE

Il compito della valvola di espansione è quello di regolare l'immissione del refrigerante nell'evaporatore, in modo che questo risulti giustamente alimentato nelle diverse condizioni di carico termico che si possono verificare; il refrigerante, cioè, deve completamente evaporare in esso ed uscire allo stato di vapore leggermente surriscaldato.

All'ingresso dell'evaporatore il fluido deve trovarsi in condizioni di temperatura e pressione minori di quelle che si hanno nel condensatore; infatti deve trovarsi in condizioni tali che il passaggio dell'aria esterna sull'evaporatore provochi l'evaporazione del fluido tramite cessione di calore.

Nella figura si può vedere un complessivo della valvola di espansione. Il bulbo sensibile, dal quale dipende la regolazione automatica della valvola, è caricato con lo stesso refrigerante impiegato nell'impianto ed è montato a stretto contatto con la tubazione di uscita dell'evaporatore.

Il tubo di uscita dell'evaporatore ed il bulbo sensibile devono essere avvolti mediante un isolante, tipo la prestite.

Praticamente il bulbo sensibile porta alla valvola di espansione il valore della temperatura del refrigerante all'uscita dall'evaporatore e, in base alla differenza tra tale valore e quello di evaporazione apre (surriscaldamento grande) o chiude (surriscaldamento piccolo) il suo orificio di passaggio. Succede che quando il carico termico sull'evaporatore aumenta, ed è perciò richiesta una maggiore portata di refrigerante, la valvola si apre; quando invece il carico termico diminuisce, la valvola tende a chiudere, riducendo così la portata di refrigerante.

Si veda ora lo schema di funzionamento della valvola di espansione: il fluido contenuto nel bulbo esercita una pressione sulla parte superiore del diaframma della valvola, tendendo ad aprirla, mentre il refrigerante contenuto nell'evaporatore esercita una pressione sulla parte inferiore che, insieme alla molla, tende a chiudere la valvola. Affinché la valvola si apra è necessario che la pressione agente sulla parte superiore del diaframma sia maggiore di quella dell'evaporatore, e cioè che il refrigerante contenuto nel bulbo si trovi ad una temperatura superiore a quella del refrigerante nell'evaporatore.

Il gas aspirato deve essere pertanto surriscaldato. In genere le valvole di espansione termostatiche sono tarate in fabbrica per funzionare con un surriscaldamento compreso tra 3,5°C e 7°C.

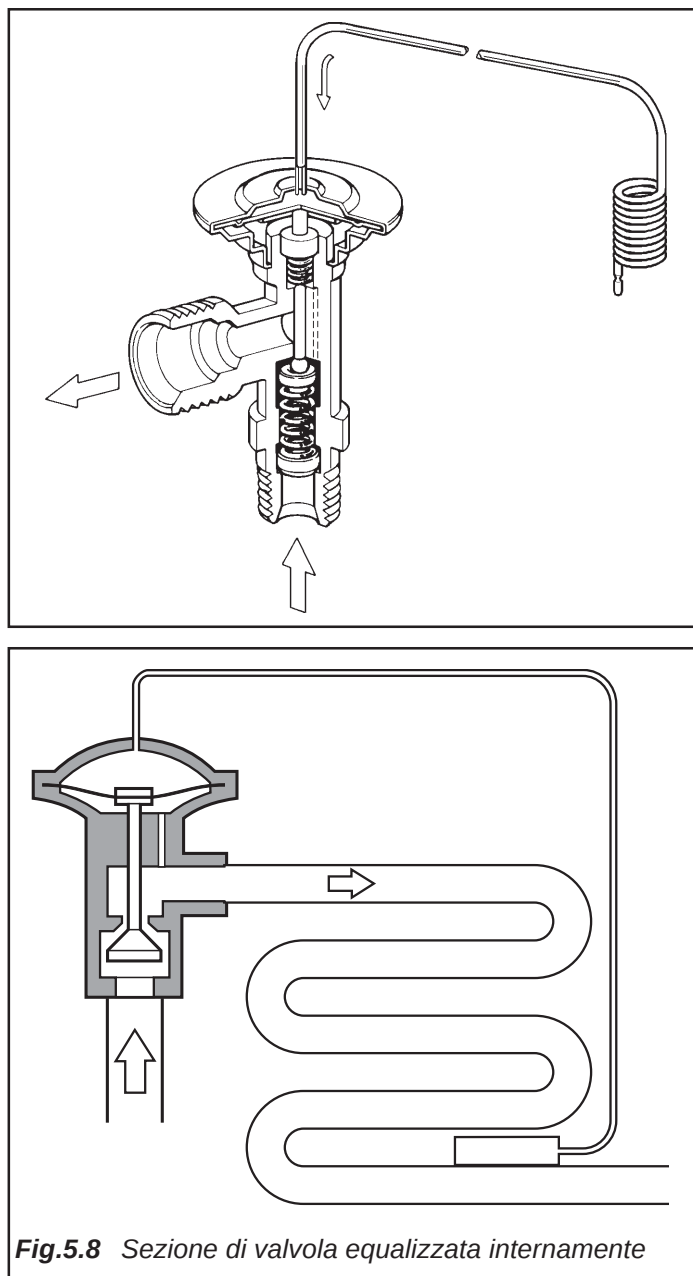


Fig. 5.8 Sezione di valvola equalizzata internamente

5.4.2. EQUALIZZATA ESTERNAMENTE

Quando la caduta di pressione tra uscita della valvola di espansione e uscita dell'evaporatore supera l'equivalente di 1,5°C di differenza tra le relative temperature di saturazione, è indispensabile ricorrere alla valvola di espansione termostatica con equalizzatore esterno, in modo che la pressione che agisce al disotto del diaframma sia la pressione all'uscita dell'evaporatore.

La valvola di espansione va scelta in base ai seguenti elementi:

- **refrigerante impiegato**
- **temperatura di evaporazione**
- **resa frigorifera richiesta**
- **differenza di pressione disponibile attraverso la valvola.**

Occorre osservare che tale valore è in genere notevolmente inferiore alla differenza tra la pressione di condensazione e quella di evaporazione, a causa delle cadute di pressione che si verificano nella tubazione di aspirazione.

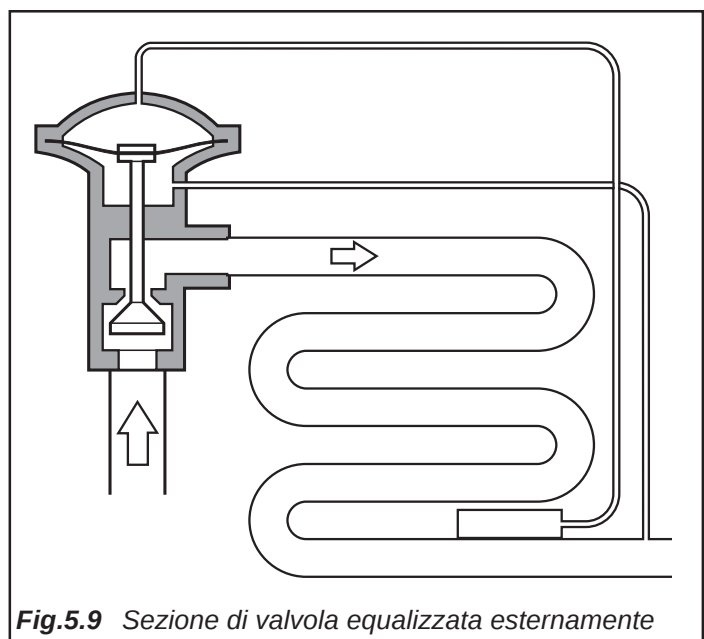
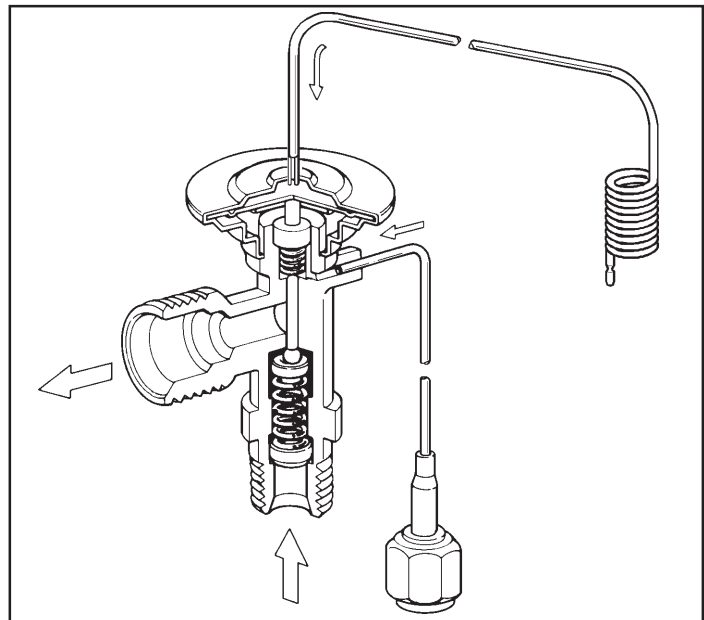


Fig.5.9 Sezione di valvola equalizzata esternamente

5.4.3. VALVOLA DI ESPANSIONE A BLOCCHETTO

Il principio di funzionamento è uguale a quello delle valvole viste in precedenza.

Nella capsula "A" posta superiormente è contenuto lo stesso refrigerante presente nell'impianto.

Il refrigerante in uscita dall'evaporatore, trasmette o sottrae calore a quello contenuto nella capsula, quest' ultimo si dilata o diminuisce di volume muovendo la sferetta "B" che di conseguenza aumenta o diminuisce l'apertura dell'orifizio di passaggio del fluido refrigerante, regolando così l'espansione.

Quando il carico termico sull'evaporatore è grande, la valvola sente la temperatura più elevata del refrigerante in uscita dall'evaporatore stesso, il gas nella capsula si dilata e, vincendo l'azione della molla "C" apre di più la luce di passaggio; di conseguenza aumenta la portata di fluido refrigerante all'evaporatore.

Queste valvole d'espansione sono tarate generalmente per ottenere un surriscaldamento del fluido refrigerante in uscita dall'evaporatore di $3 \div 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

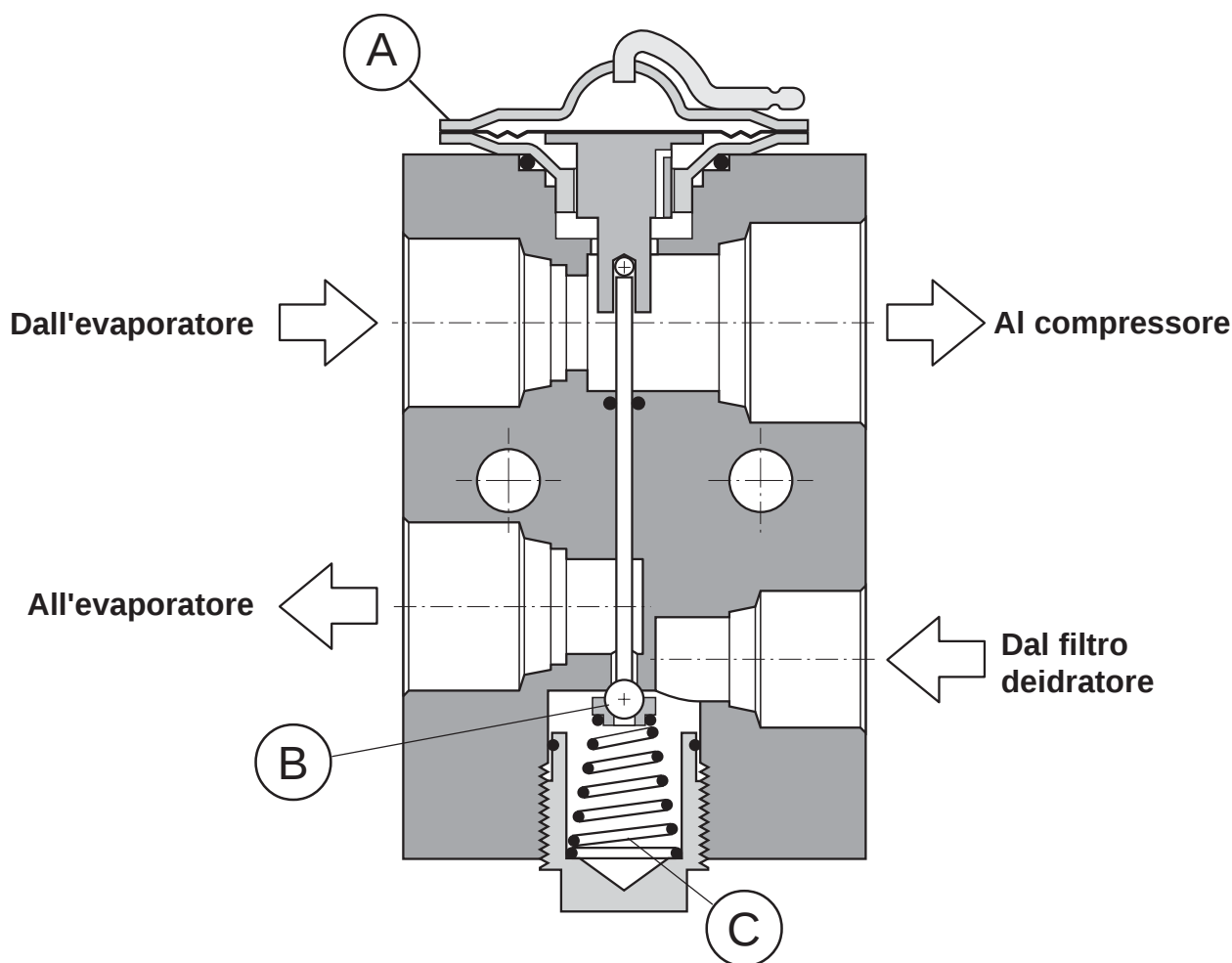
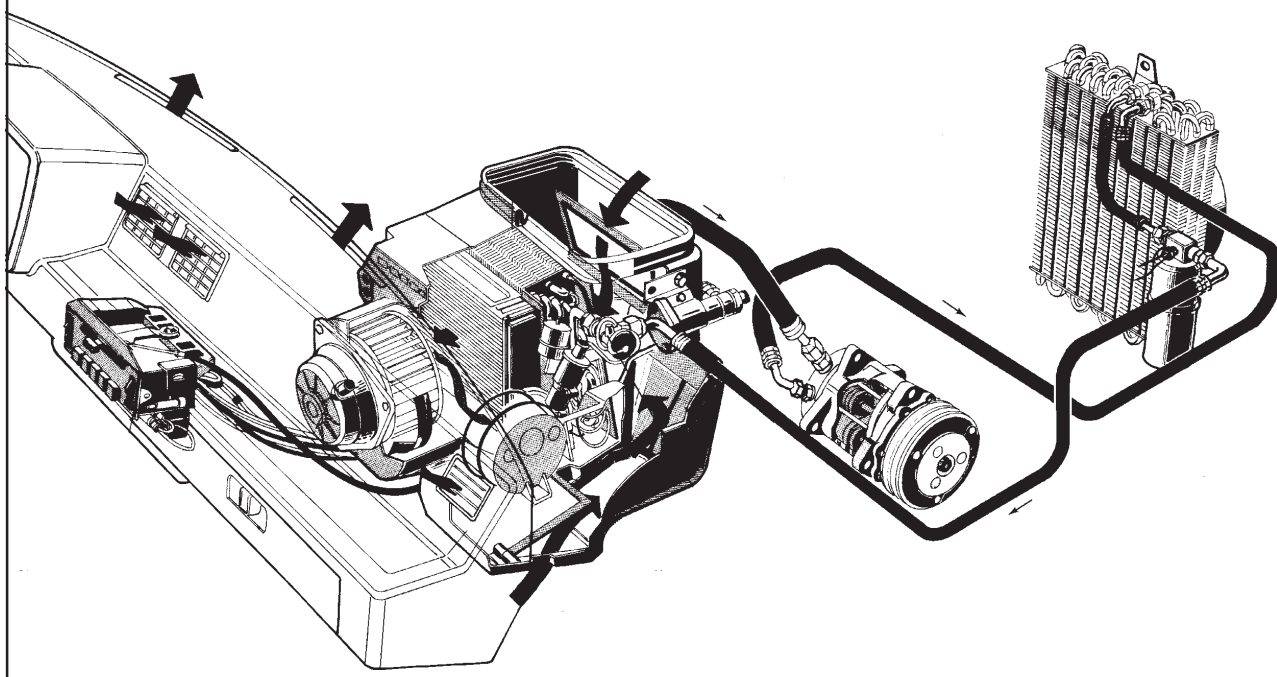


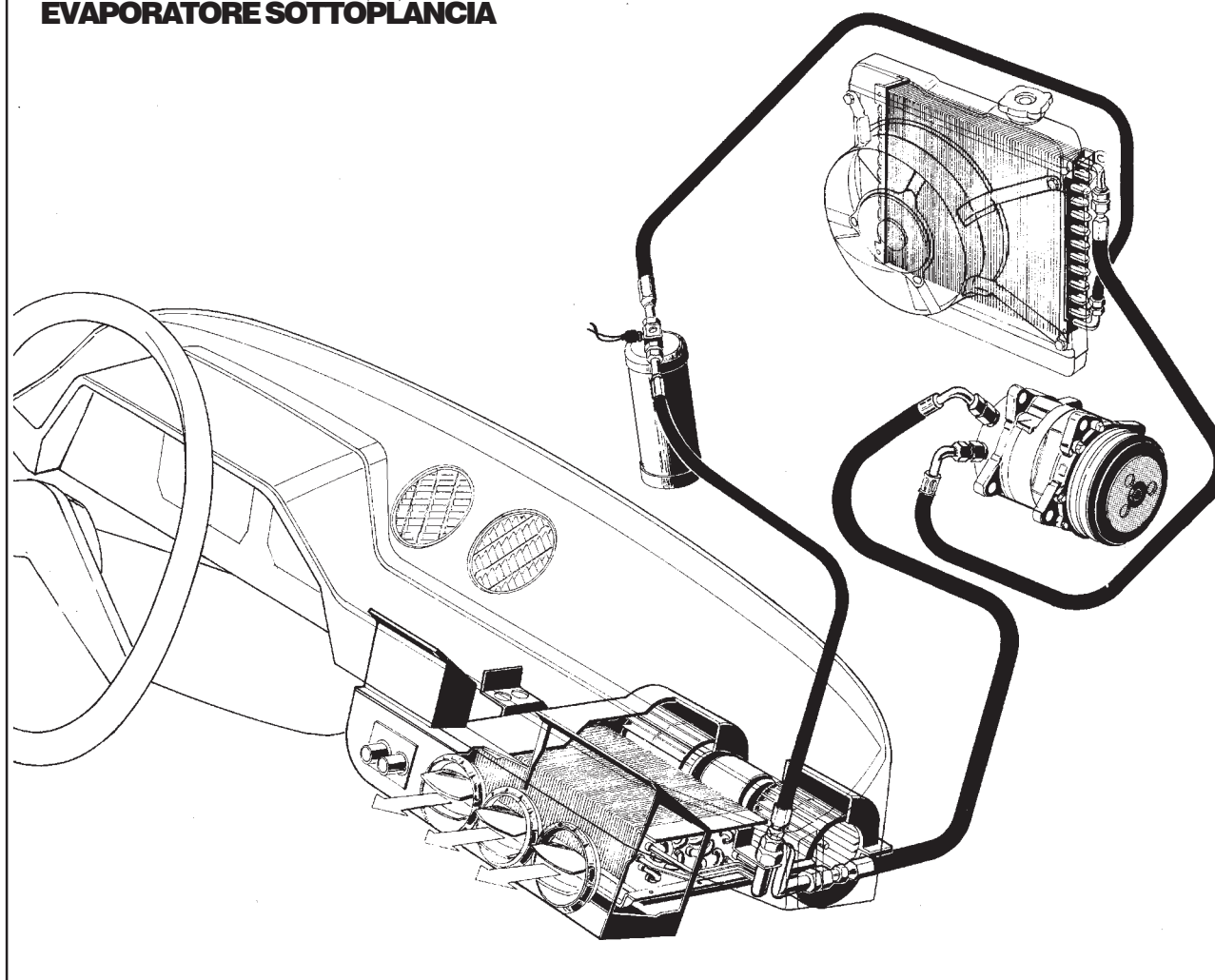
Fig.5.10 Sezione di valvola d'espansione a blocchetto

5.5. EVAPORATORE

EVAPORATORE INTEGRATO (CLIMATIZZATORE)



EVAPORATORE SOTTOPLANCIA



L'evaporatore è il secondo scambiatore di calore dell'impianto frigorifero ed è costituito da tubi in rame o alluminio, più l'alettatura in alluminio che aumenta la superficie di scambio termico con l'aria.

Rispetto al condensatore, l'evaporatore presenta dimensioni ridotte; in esso il refrigerante passa dallo stato liquido a quello di vapore leggermente surriscaldato. Questo cambiamento si ottiene convogliando sull'evaporatore, tramite un'elettroventilatore, l'aria calda e umida che si vuole trattare.

L'aria, essendo ad una temperatura maggiore di quella del refrigerante, cede a questo una parte del suo calore, raffreddandosi. L'umidità che contiene condensa sulle alette dell'evaporatore sotto forma di goccioline che vengono raccolte in una vaschetta e scaricate.

Il processo di evaporazione è molto rapido e avviene con notevole assorbimento di calore.

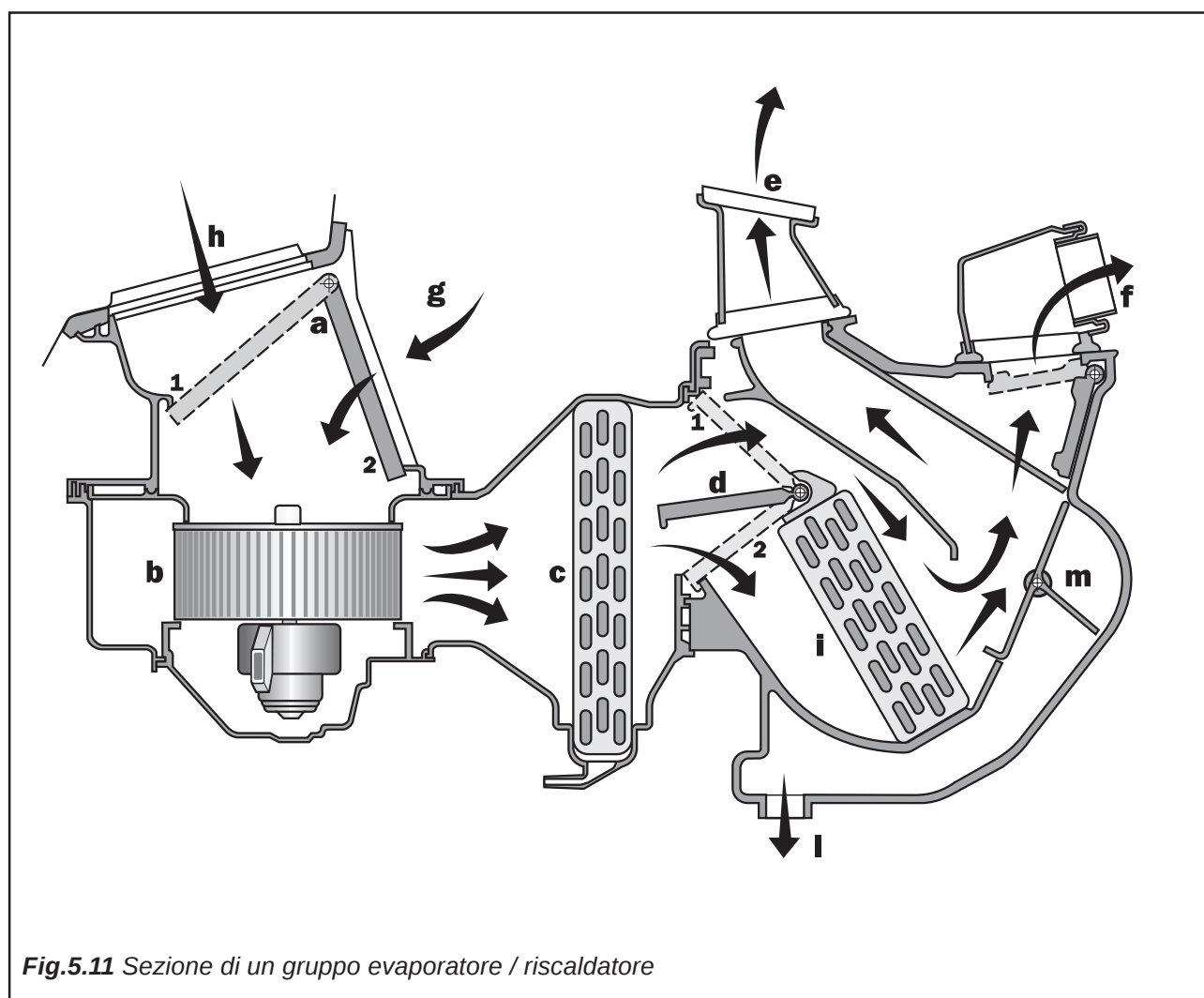
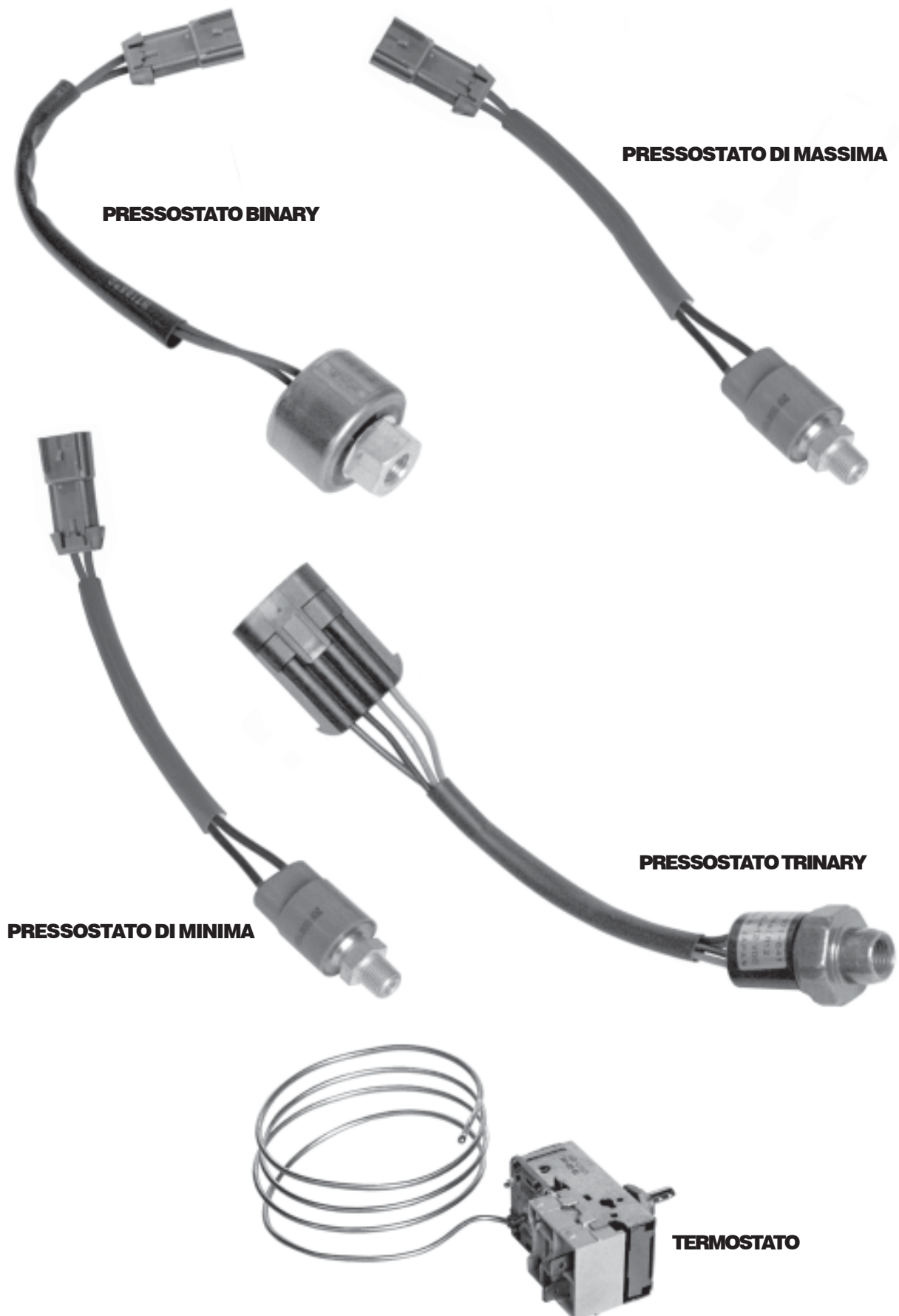


Fig.5.11 Sezione di un gruppo evaporatore / riscaldatore

- | | |
|--|---|
| a Sportello aria ricircolo (1) dinamica (2) | g Flusso d'aria di ricircolo |
| b Ventilatore | h Aria esterna (dinamica) |
| c Batteria evaporatrice | i Batteria riscaldatrice |
| d Sportello riscaldamento (1) climatizzazione (2) | l Bocchette aria ai piedi |
| e Bocchette defrost | m Sportello di distribuzione inferiore |
| f Bocchette plancia | |

6. DISPOSITIVI DI REGOLAZIONE E SICUREZZA



6.1. PRESSOSTATI E TERMOSTATI

Sono essenzialmente degli interruttori azionati da una pressione che agisce su un soffietto o su un diaframma.

Le versioni utilizzate sono:

- *pressostato di massima*
- *pressostato di minima*
- *pressostato binary*
- *pressostato trinary*

6.1.1. PRESSOSTATO DI MASSIMA

Il pressostato di massima viene montato sul filtro deidratatore o sulla tubazione in alta pressione. Elettricamente è collegato alla frizione elettromagnetica del compressore.

Qualora la pressione agente sul diaframma o soffietto del pressostato superi il valore massimo di taratura (25 bar), il pressostato interrompe il funzionamento del compressore, al fine di evitare guasti al medesimo o agli altri componenti dell'impianto. La frizione del compressore riattacca a 20 Kg/cm² automaticamente.

6.1.2. PRESSOSTATO DI MINIMA

Analogamente al pressostato di massima, anche quello di minima è fissato sul filtro deidratatore o su un tubo in alta pressione ed elettricamente è collegato alla bobina della frizione elettromagnetica del compressore. Abitualmente è montato in abbinamento al pressostato di massima e collegato in serie con questo.

I valori di taratura: stacca a 2,25 Kg/cm² e riattacca a 2,5 Kg/cm² la frizione elettromagnetica del compressore.

In genere la diminuzione del valore della pressione è dovuta a perdite di fluido frigorifero dal circuito. Ciò comporta una minore lubrificazione del compressore che, in alcuni casi, potrebbe grippare.

6.1.3. PRESSOSTATO BINARY

Riunisce in un unico componente le funzioni dei due pressostati di minima e di massima sopra descritti.

6.1.4. PRESSOSTATO TRINARY

Questo tipo di pressostato è dotato di quattro terminali elettrici, due dei quali consentono di alimentare la bobina della frizione elettromagnetica (funzione binary), mentre gli altri due, tramite un relais, consentono il comando dell'elettroventola del condensatore.

Il trinary svolge tre funzioni: pressostato di massima e di minima, analoghe a quelle precedentemente esaminate, mentre la terza funzione consente il funzionamento dell'elettroventola del condensatore quando si supera un determinato livello di pressione di condensazione (15 bar).

In questo modo la maggiore portata d'aria che investe il condensatore, fa diminuire la temperatura di condensazione, permettendo al fluido refrigerante di condensare completamente. Un esempio del vantaggio di tale regolazione è dato dall'inserzione dell'elettroventola solo quando la vettura procede a bassa velocità, oppure durante le marce in colonna.

Viceversa, quando la pressione scende sotto al valore di taratura, il pressostato disinserisce l'elettroventola, evitando così sprechi di energia dovuti a funzionamenti continui della medesima. L'elettroventola si inserisce a 15 bar e si disinserisce a 12 bar.

6.1.5. TERMOSTATI

Rilevano in genere la temperatura dell'evaporatore. Le variazioni di temperatura captate dal sensore (parte terminale del tubo capillare) causano variazioni di pressione nel capillare, caricato con vapore saturo di fluido frigorigeno che, tramite trasduttori, azionano un interruttore.

Per mezzo di un comando a manopola si determina il valore di temperatura a cui interviene l'interruttore che comanda l'innesto o il disinnesto della frizione elettromagnetica del compressore. Il termostato è generalmente collegato in serie con i pressostati di minima e massima.

Fra la posizione di max caldo e max freddo si hanno posizioni intermedie senza soluzione di continuità.

Per esempio:

- In posizione max caldo si ha:
inserimento del giunto elettromagnetico del compressore a 16°C,
disinserimento del giunto a 12°C.
- In posizione max freddo si ha:
inserimento del giunto elettromagnetico del compressore a 2°C,
disinserimento del giunto a -2°C.

Posizioniamo il termostato in max freddo; quando la temperatura rilevata dal sensore posto tra le alette dell'evaporatore è -2°C si apre il contatto dell'interruttore e si ha l'arresto del funzionamento del compressore.

La temperatura con il compressore disinserito comincia a salire: quando il sensore rileva una temperatura di +2°C chiude il contatto dell'interruttore e si reinserisce il compressore.

7. STRUMENTI PER LA MANUTENZIONE

7.1. TERMOMETRO

Permette di rilevare i valori di temperatura dell'aria in uscita dalle bocchette e, per contatto, dei diversi punti del circuito frigorigeno.



Fig.7.1 Termometro elettronico

7.2. IGROMETRO

Permette di rilevare i valori dell'umidità sia dell'ambiente esterno che dell'abitacolo, durante il funzionamento di un impianto di condizionamento per un certo periodo di tempo.

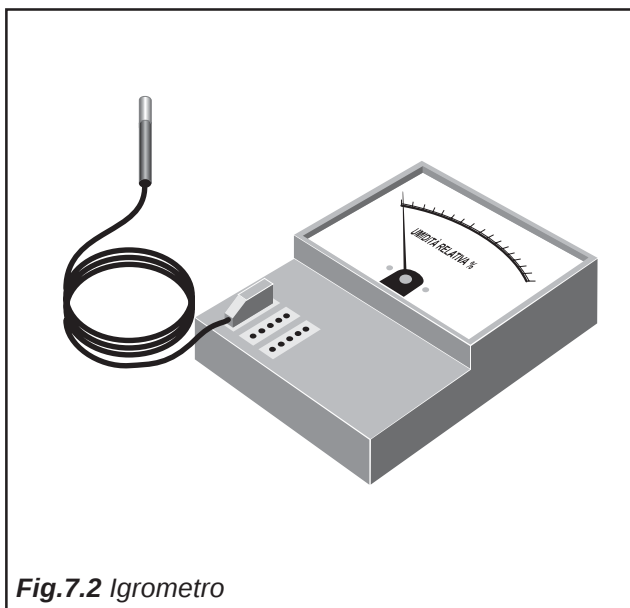


Fig. 7.2 Igrometro

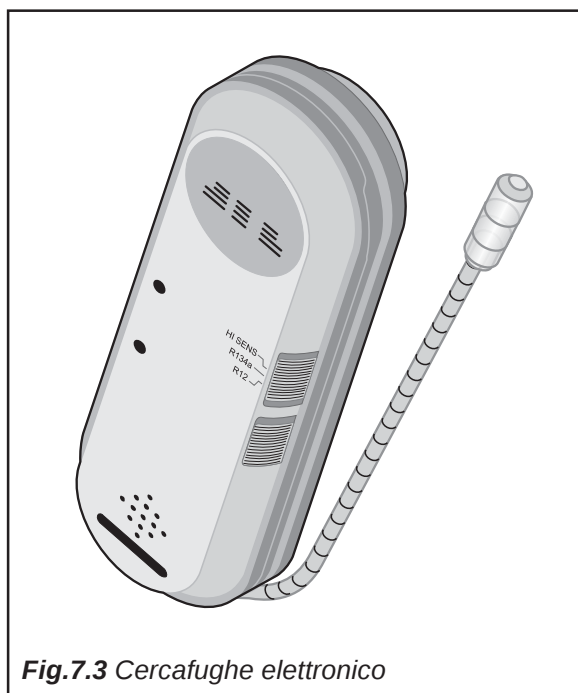


Fig. 7.3 Cercafughe elettronico

7.3. CERCAFUGHE

Questo strumento viene utilizzato per individuare eventuali perdite di refrigerante nell'impianto. In presenza di perdite di gas refrigerante, anche molto piccole, quantizzabili nell'ordine di poche decine di grammi all'anno, questo strumento lancia un segnale acustico.

L'azzeramento è automatico, non appena lo strumento venga tolto dalla presenza di refrigerante. È provvisto di una sonda flessibile che permette la ricerca di perdite anche nei luoghi meno accessibili.

Tuttavia lo strumento è sensibile alle variazioni di temperatura localizzate, in alcuni casi può quindi segnalare perdite in realtà inesistenti.

8. LOCALIZZAZIONE DEL GUASTO

8.1. ANALISI VISIVA

1 **LA CINGHIA NON È IN TENSIONE**

Se la cinghia non viene messa in tensione, slitterà e uscirà dalle pulegge. Riportarla in tensione oppure, se si trova in cattive condizioni, sostituirla.

2 **SI SENTE DEL RUMORE IN PROSSIMITÀ DEL COMPRESSORE**

Controllare i bulloni di fissaggio del compressore alla staffa e quelli di fissaggio della staffa al motore, verificare se sono allentati o mancanti.
Serrare tutti i bulloni allentati.

3 **SI SENTE DEL RUMORE PROVENIRE DAL COMPRESSORE**

Il rumore potrebbe essere causato dall'usura del cuscinetto o per una insufficiente quantità di olio nell'impianto.

Occorrerà rimuovere il compressore, smontarlo ed effettuare le riparazioni o le sostituzioni necessarie oppure aggiungere olio, nella quantità e della qualità prescritta.

4 **ALETTATURA DEL CONDENSATORE OSTRUITA DA POLVERE E DETRITI**

Se il pacco radiante è ostruito da polvere e detriti, si ha una grande riduzione della capacità di condensazione del condensatore. Se si usa una spazzola rigida per il lavaggio, fare attenzione a non danneggiare o piegare le alette.

5 **IL FILTRO DELL' ARIA DEL CONDIZIONATORE È SPORCO**

Il filtro dell'aria sporco riduce il flusso d'aria attraverso l'evaporatore e abbassa la capacità di refrigerazione. Provvedere alla pulizia o alla sostituzione.

6 **FUORIUSCITA D'OLIO IN CORRISPONDENZA DELLE CONNESSIONI E DEI RACCORDI DELL'IMPIANTO**

Se sono visibili delle perdite o anche solo delle tracce d'olio significa che in corrispondenza di queste si ha fuoriuscita di refrigerante. Le perdite dell'olio poiché è mischiato al fluido refrigerante, equivalgono a perdite di refrigerante, che essendo un gas non lascia tracce visibili.

Se si individua una traccia d'olio, si deve serrare meglio il raccordo o sostituire la parte interessata, a seconda delle condizioni che si verificano.

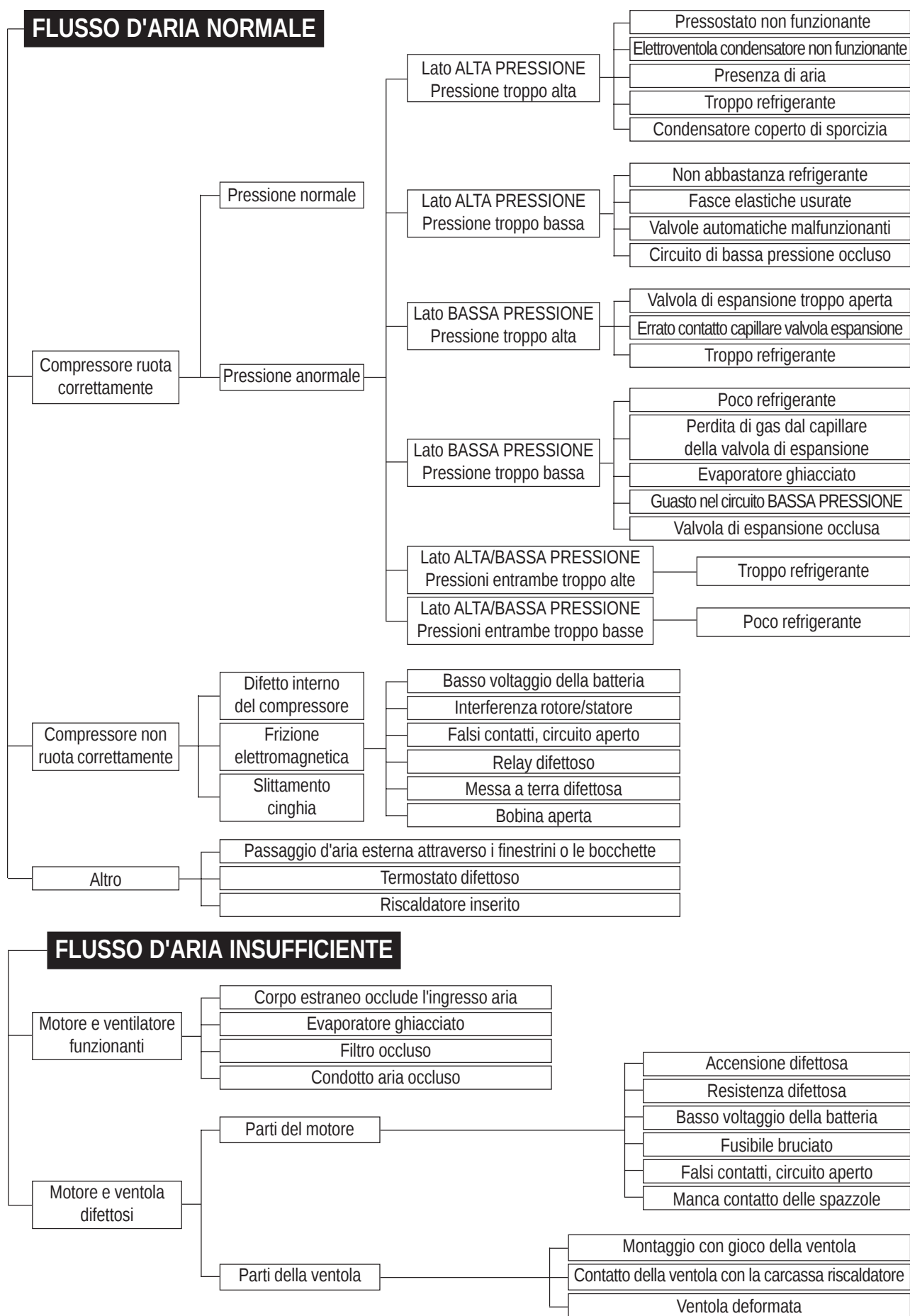
Le perdite di olio si verificano soprattutto in corrispondenza dei raccordi del compressore e delle connessioni dei tubi, quindi occorre controllare con cura queste zone dell'impianto.

7 **RUMORE PROVENIENTE DAL VENTILATORE**

Far funzionare il motore del ventilatore alle velocità bassa, media, alta. Se si sente una rumorosità anomala oppure si rileva una rotazione non corretta del motore, occorre sostituire l'elettroventilatore.

Corpi estranei presenti nel ventilatore possono anche produrre rumore, come pure un montaggio scorretto, con giochi, può causare rumorosità.

8.2. DIAGRAMMA RICERCA DEI GUASTI



8.3. RICERCA DEI GUASTI CONOSCENDO LE PRESSIONI

SINTOMO	CONDIZIONE	CAUSA POSSIBILE	RIMEDIO
PRESSIONE DI MANDATA TROPPO ALTA	La ventola del radiatore manda poca aria sul condensatore	Radiatore e/o condensatore ostruiti Guasto nel motore del ventilatore	Pulire condensatore e radiatore Riparare o sostituire
	Bagnando il condensatore con acqua fredda non appaiono bollicine sul vetro spia	Troppo refrigerante nell'impianto	Svuotare, recuperare il gas se possibile fare il vuoto e ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante richiesto
	Pressione troppo alta nel lato circuito in alta pressione	Aria nel circuito refrigerante	Svuotare, recuperare il gas se possibile fare il vuoto e ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante richiesto
PRESSIONE DI ASPIRAZIONE TROPPO ALTA	L'impianto si presenta molto freddo nella parte di bassa pressione	Apertura troppo grande della valvola di espansione. Tubo capillare non fa contatto	Sostituire o ricollocare la valvola e il capillare
	Carico termico troppo alto	Temperatura aria esterna elevata	Occorrerebbe raffreddare maggiormente il condensatore
	Alta pressione nel lato circuito HP. L'aspirazione presenta condensa quando il condensatore è raffreddato	Troppo refrigerante nell'impianto	Svuotare, recuperare il gas se possibile fare il vuoto e ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante richiesto
	Appena fermatosi il compressore le pressioni nel lato di bassa e di alta si equalizzano immediatamente	Perdita delle guarnizioni. Rottura delle valvole di alta e di bassa pressione o presenza di corpi estranei collocati nelle valvole	Sostituire le valvole o rimuovere i corpi estranei.
PRESSIONE DI SCARICO MOLTO BASSA	Lato di bassa pressione pressione troppo bassa	Perdita di gas dal capillare della valvola	Sostituire la valvola
	Schiuma bianca attraverso il vetro spia	Non abbastanza refrigerante	Svuotare, recuperare il gas se possibile fare il vuoto e ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante richiesto
	Quando si ferma il compressore le pressioni alta e bassa si equalizzano immediatamente	Valvola di aspirazione o di scarico del compressore rotte. Corpo estraneo nella valvola di scarico compressore	Riparare o sostituire. Smontare e sostituire

SINTOMO	CONDIZIONE	CAUSA POSSIBILE	RIMEDIO
PRESSIONE DI ASPIRAZIONE MOLTO BASSA	Schiuma bianca attraverso il vetro spia	Refrigerante insufficiente	Scaricare, fare il vuoto e ricaricare l'impianto
	Lato alta pressione pressione troppo bassa. Il tratto in bassa pressione non è freddo	Perdita di gas dal capillare della valvola. Valvola di espansione congelata o guasta	Sostituire la valvola
	Bassa temperatura aria in uscita dalle bocchette. L'aria uscente è scarsa	Evaporatore ghiacciato	Controllare relay. Controllare velocità rotazione ventola e termostato
	Valvola di espansione ghiacciata	Valvola di espansione intasata	Pulire o sostituire
	Differenti temperature tra l'ingresso e l'uscita del filtro. Può accadere che l'uscita del filtro sia congelata	Filtro intasato	Sostituire il filtro
PRESSIONE DI ASPIRAZIONE E DI SCARICO ENTRAMBE ALTE	Insufficiente capacità refrigerante del condensatore	Condensatore ostruito da detriti e polvere	Ripulire con cura il condensatore
	Indice elevato del manometro di alta pressione	Carica elevata di refrigerante	Scaricare, con recupero se possibile, fare il vuoto e ricaricare l'impianto
PRESSIONE DI ASPIRAZIONE E MANDATA ENTRAMBE BASSE	Schiuma bianca attraverso il vetro spia	Poco refrigerante	Scaricare con recupero se possibile fare il vuoto e ricaricare l'impianto
PERDITA DI REFRIGERANTE	Guarnizione albero compressore sporca d'olio	Perdita di gas dalla guarnizione albero compressore	Sostituire il premistoppa
	Bulloneria compressore sporca d'olio	Perdita di olio dalla bulloneria	Serrare i bulloni
	Guarnizioni nei raccordi sporche d'olio	Perdita di gas dai raccordi	Sostituire guarnizioni e serrare i raccordi
	Perdita da componenti danneggiati o criccati	Usura o urti. Olio non adeguato	Sostituire parti. Controllare eventuali altre perdite

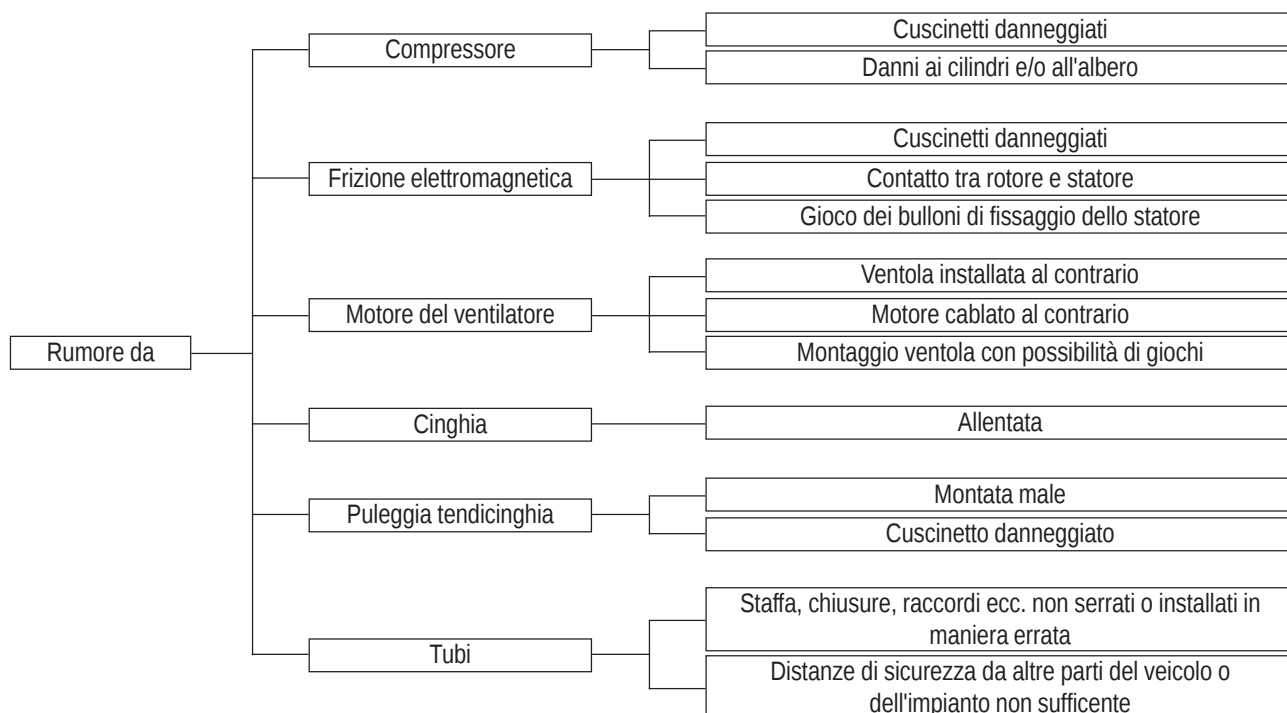
8.4. INCONVENIENTI DELLA FRIZIONE ELETTROMAGNETICA

SINTOMO	CONDIZIONE	CAUSA POSSIBILE	RIMEDIO
NON SI INNESTA LA FRIZIONE	Ruota normalmente	Bobina aperta	Sostituire
	Non si innesta anche quando il tasto condizionatore è su ON	Contatti aperti, cablaggio o connessioni non funzionanti (terra, fusibile)	Controllare cablaggio, collegare o sostituire le parti che non fanno contatto
		Non si ha contatto negli interruttori, malfunzionamento (termostato, relay, tasto condizionamento)	Riparare o sostituire
	Tasto condizionatore su ON, il rotore accenna un movimento e si innesta quando viene spinto	Spazio libero tra rotore e statore troppo largo	Riparare o sostituire
SLITTAMENTO DELLA FRIZIONE	La frizione slitta quando ruota	Basso voltaggio della batteria. Olio sulla superficie della frizione	Intervenire sulla batteria Pulire la frizione dall'olio

8.5. ANALISI DEI GUASTI CONTROLLANDO LA VALVOLA DESPANSIONE

SINTOMO	CONDIZIONE	CAUSA POSSIBILE	RIMEDIO
USCITA VALVOLA DI ESPANSIONE NON FREDDA	Non si rileva una differenza di temperatura tra ingresso e uscita della valvola	Perdita di gas dal capillare della valvola	Sostituire la valvola di espansione
		Pochissimo refrigerante nell'impianto	Riparare la perdita di gas e caricare il refrigerante
INGRESSO VALVOLA DI ESPANSIONE GHIACCIATO O CON BRINA	Il tratto di tubo in alta pressione all'uscita del filtro è freddo	Filtro otturato	Sostituire il filtro
	Brina	Valvola di espansione otturata internamente	Sostituire filtro e valvola di espansione

8.6. RICERCA DEL GUASTO IN PRESENZA DI RUMORE ANORMALE



SINTOMO	CONDIZIONE	CAUSA POSSIBILE	RIMEDIO
RUMOROSITÀ DEL COMPRESSORE	Rumore dall'interno del compressore	Cuscinetti usurati o danneggiati. Danni ai cilindri e/o all'albero	Smontare e sostituire
FRIZIONE ELETTROMAGNETICA RUMOROSA	Rumore metallico quando la frizione elettromagnetica non è innestata	Cuscinetti usurati o danneggiati	Sostituire i cuscinetti
RUMORE DAI TUBI	Tubi non fissati	Vibrazioni dei tubi. Rumore di pulsazioni proveniente dai tubi	Fissare saldamente i tubi
RUMORE DAL CONDENSATORE	Vibrazioni evidenti del condensatore	Staffe supporto condensatore vibrano e urtano il condensatore	Fissare meglio. Inserire eventualmente silent-block o gomma tra le staffe e il punto di fissaggio
RUMORE PRODOTTO DALLA STAFFA	Rumore metallico quando è toccata. Rumore metallico continuo quando il compressore funziona	Staffa criccata o rotta Bulloni allentati	Sostituire. Stringere i bulloni
PULEGGIA TENDICINGHIA RUMOROSA	Rumore metallico	Cuscinetti rotti	Sostituire
	Rumore metallico quando viene toccata	Staffa allentata o rotta	Serrare il fissaggio o sostituire
CINGHIA RUMOROSA	La cinghia è molto inclinata. La superficie laterale è strappata	La cinghia è allentata Cinghia non allineata	Aggiustare la tensione Centrare

8.7. RICERCA DEL GUASTO MEDIANTE MANOMETRO

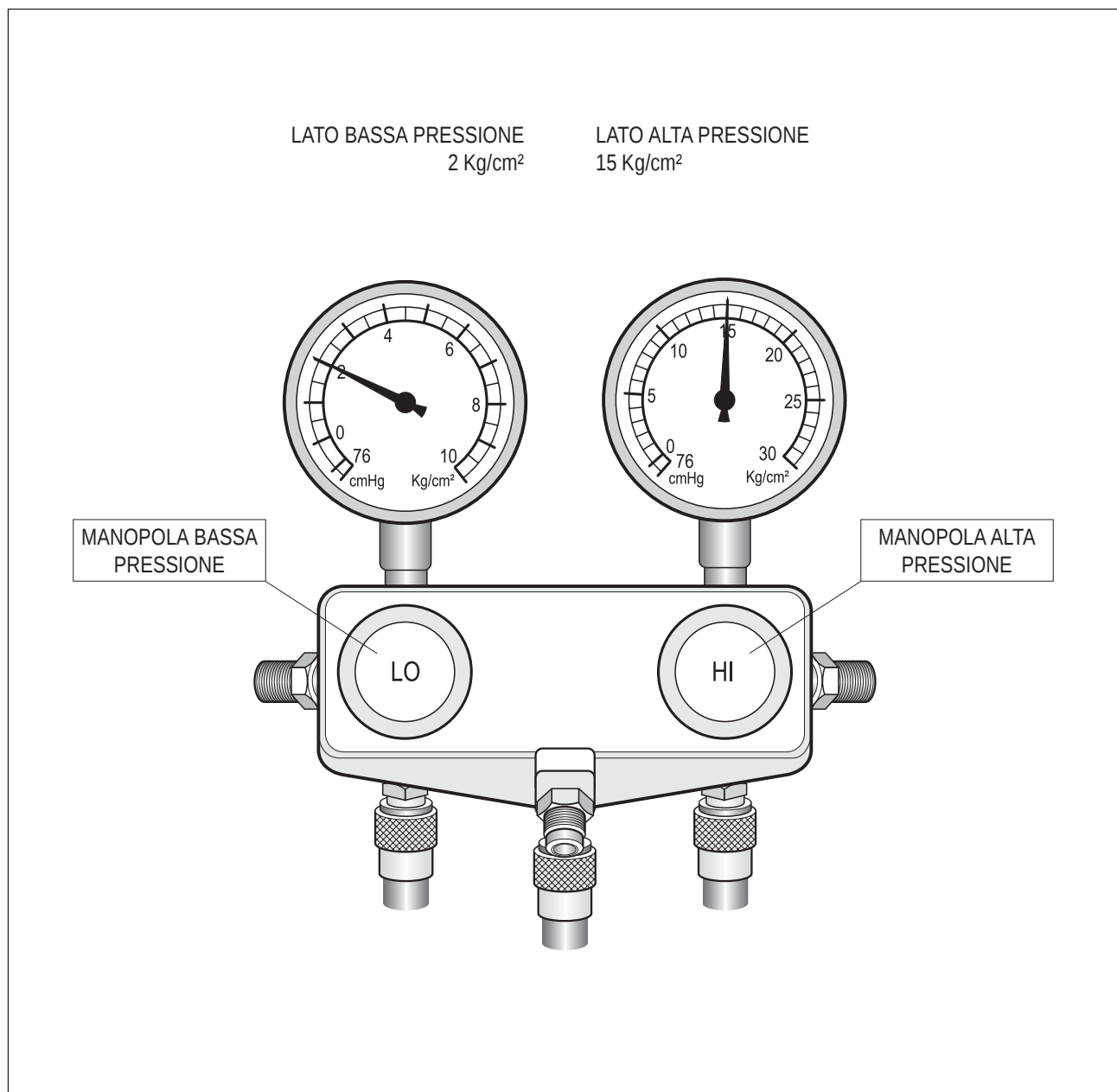
Prima di iniziare la ricerca del guasto occorre controllare la stazione di carica:

La manopola di alta e di bassa pressione devono essere serrate.

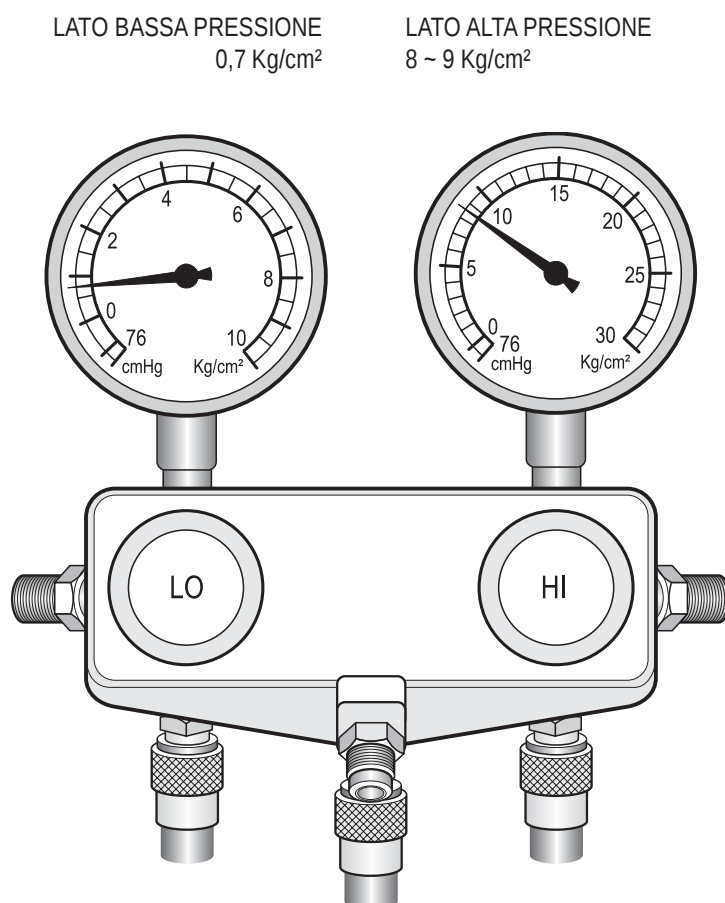
Connettere i raccordi di carica, rosso e blu, rispettivamente alle valvole di alta e di bassa pressione dell'impianto frigorifero, quindi accertarsi di eliminare l'aria presente nei tubi di carica effettuando il vuoto per non introdurre aria nell'impianto. Aprire quindi i rubinetti di alta e bassa pressione.

Se il funzionamento dell'impianto è normale, il manometro di bassa pressione indicherà generalmente un valore compreso tra 1,5 ÷ 2,5 bar mentre quello di alta pressione indicherà un valore compreso tra 14 ÷ 20 bar, per una temperatura esterna di 30°C ÷ 35°C, una velocità di rotazione del motore di 2000 giri/min, termostato condizionatore su max raffreddamento e selettore ventilazione alla massima velocità.

Nelle figure successive sono riportate le indicazioni dei manometri per le condizioni di temperatura, giri motore, termostato e selettore riportate sopra. Se queste mutano allora si avranno differenti letture sui manometri.



8.7.1. REFRIGERANTE INSUFFICIENTE



SINTOMO

- Scarso raffreddamento

VALORI RILEVATI NEL CICLO REFRIGERANTE

- Alta e bassa pressione al di sotto dei valori normali
BASSA PRESSIONE 0,7 Kg/cm²
ALTA PRESSIONE 8 ~ 9 Kg/cm²
- Schiuma bianca nel vetro spia
- L'aria uscente dalle bocchette non è sufficientemente fredda.

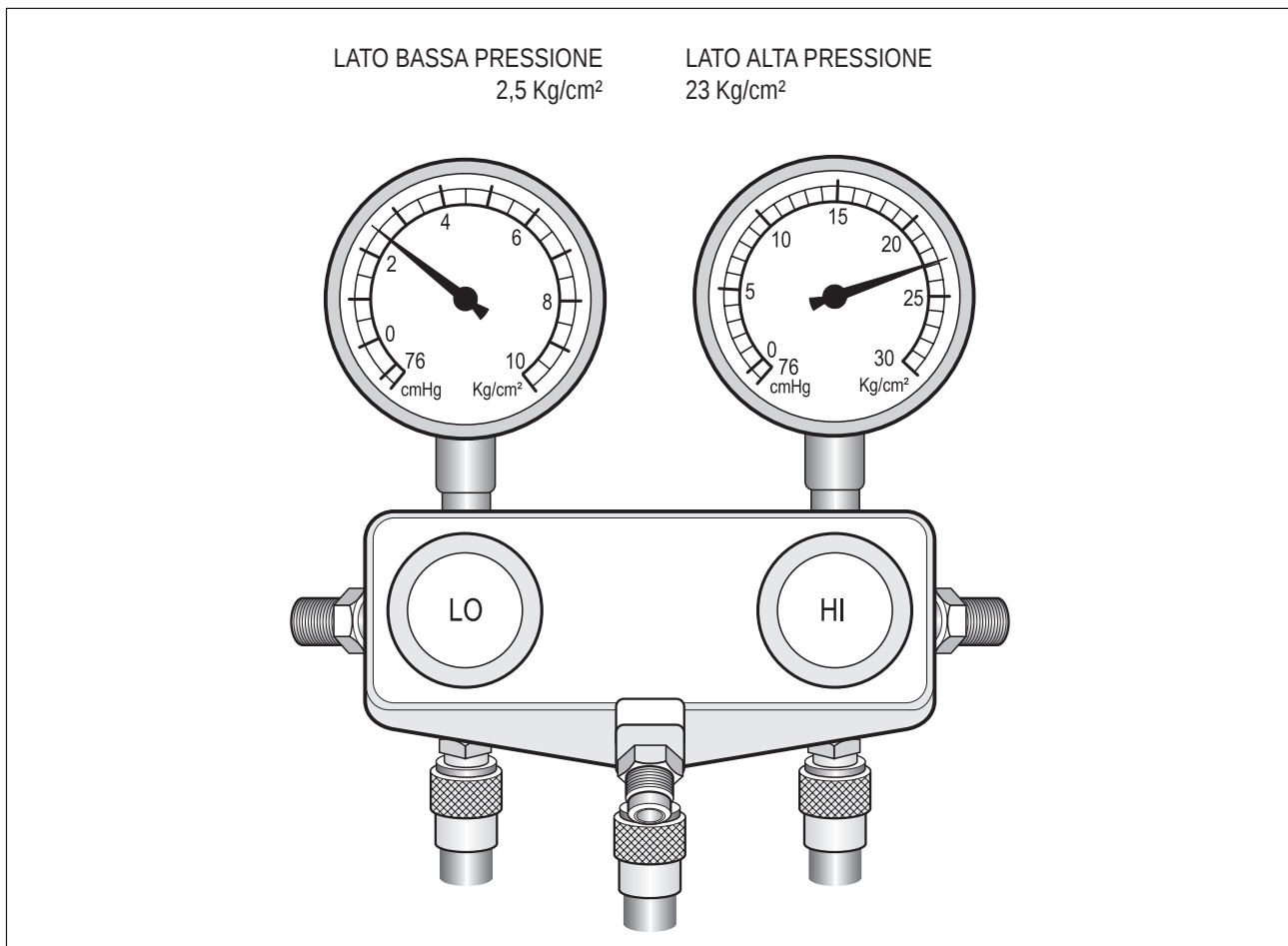
DIAGNOSI

- Poco refrigerante nell'impianto; possibilità di perdite.

RIMEDI

- Cercare la perdita.
- Svuotare l'impianto recuperando il refrigerante se possibile
- Riparare se possibile la parte danneggiata
- Fare il vuoto, ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante necessaria

8.7.2. TROPPO REFRIGERANTE O INSUFFICIENTE CONDENSAZIONE



SINTOMO

- Aria uscente dalle bocchette dell'impianto poco fredda

VALORI RILEVATI NEL CICLO REFRIGERANTE

- Alta e bassa pressione al di sopra dei valori normali
BASSA PRESSIONE 2,5 Kg/cm²
ALTA PRESSIONE 24 Kg/cm²

CAUSE

- Troppo fluido refrigerante nell'impianto.
- Il condensatore non riesce a condensare completamente il refrigerante

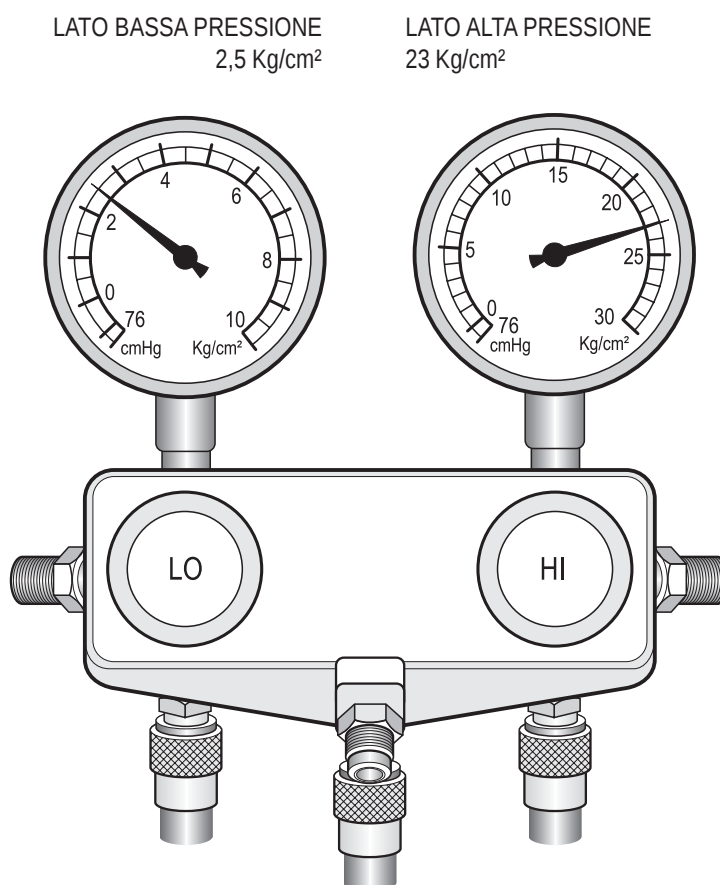
DIAGNOSI

- Carica eccessiva di refrigerante
- Alettatura del condensatore / radiatore otturata da polvere e detriti
- Avaria della ventola del condensatore / radiatore
- Polarità invertita dell'elettroventola del condensatore

RIMEDI

- Scaricare, recuperando il refrigerante se possibile
- Pulire il condensatore / radiatore
- Controllare lo stato della ventola
- Fare il vuoto, ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante necessaria

8.7.3. ARIA NEL CIRCUITO

**SINTOMO**

- L'impianto non riesce ad ottenere una resa sufficiente

VALORI RILEVATI NEL CICLO REFRIGERANTE

- Valori di alta e bassa pressione al di sopra del normale
BASSA PRESSIONE 2,5 Kg/cm²
ALTA PRESSIONE 23 Kg/cm²
- Il tubo nel tratto di bassa pressione non è freddo

CAUSE

- Presenza di aria all'interno del circuito frigorifero

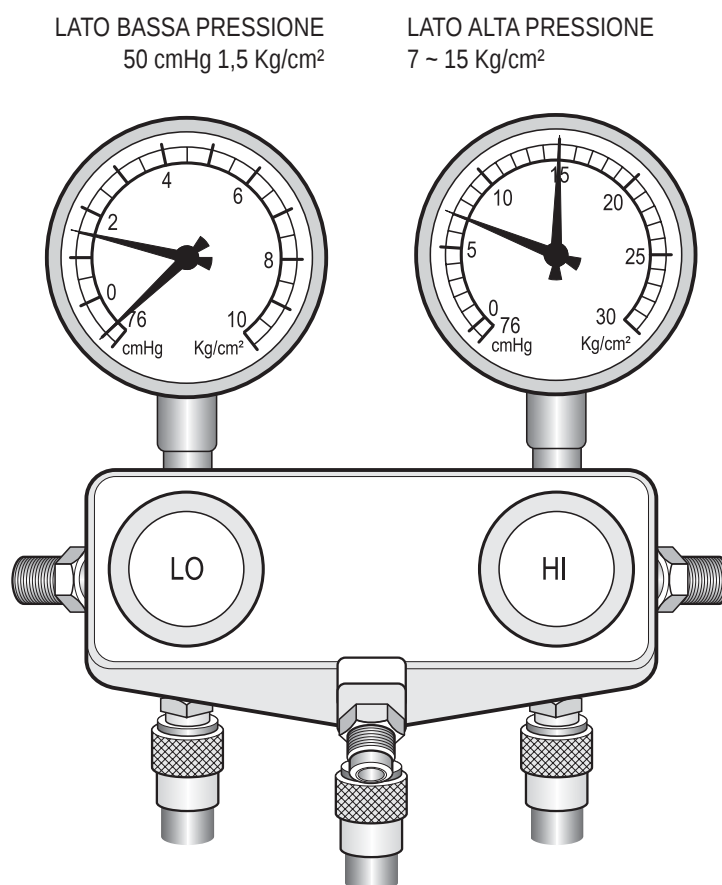
DIAGNOSI

- Aria nel circuito poiché non è stato fatto il vuoto a sufficienza

RIMEDI

- Svuotare l'impianto recuperando il refrigerante se possibile
- Controllare la quantità dell'olio e il suo grado di purezza
- Fare il vuoto, ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante necessaria

8.7.4. UMIDITÀ NEL CIRCUITO



SINTOMO

- L'impianto fornisce alternativamente una buona e una scarsa resa

VALORI RILEVATI NEL CICLO REFRIGERANTE

- Durante il funzionamento dell'impianto il valore di bassa pressione letto sul manometro passa alternativamente dal valore del vuoto a un valore corretto
BASSA PRESSIONE 50 cmHg ~ 1,5 Kg/cm²
ALTA PRESSIONE 7 ~ 15 Kg/cm²

CAUSE

- L'umidità all'interno del circuito si congela nella sezione di passaggio della valvola di espansione e ne causa il blocco temporaneo. Quando si disinserisce la frizione del compressore, il ghiaccio si scioglie e le condizioni di lavoro dell'impianto diventano normali per un periodo di 15 min circa, quindi si riforma il ghiaccio in seguito al ritorno alla valvola di espansione dell'umidità contenuta nel refrigerante.

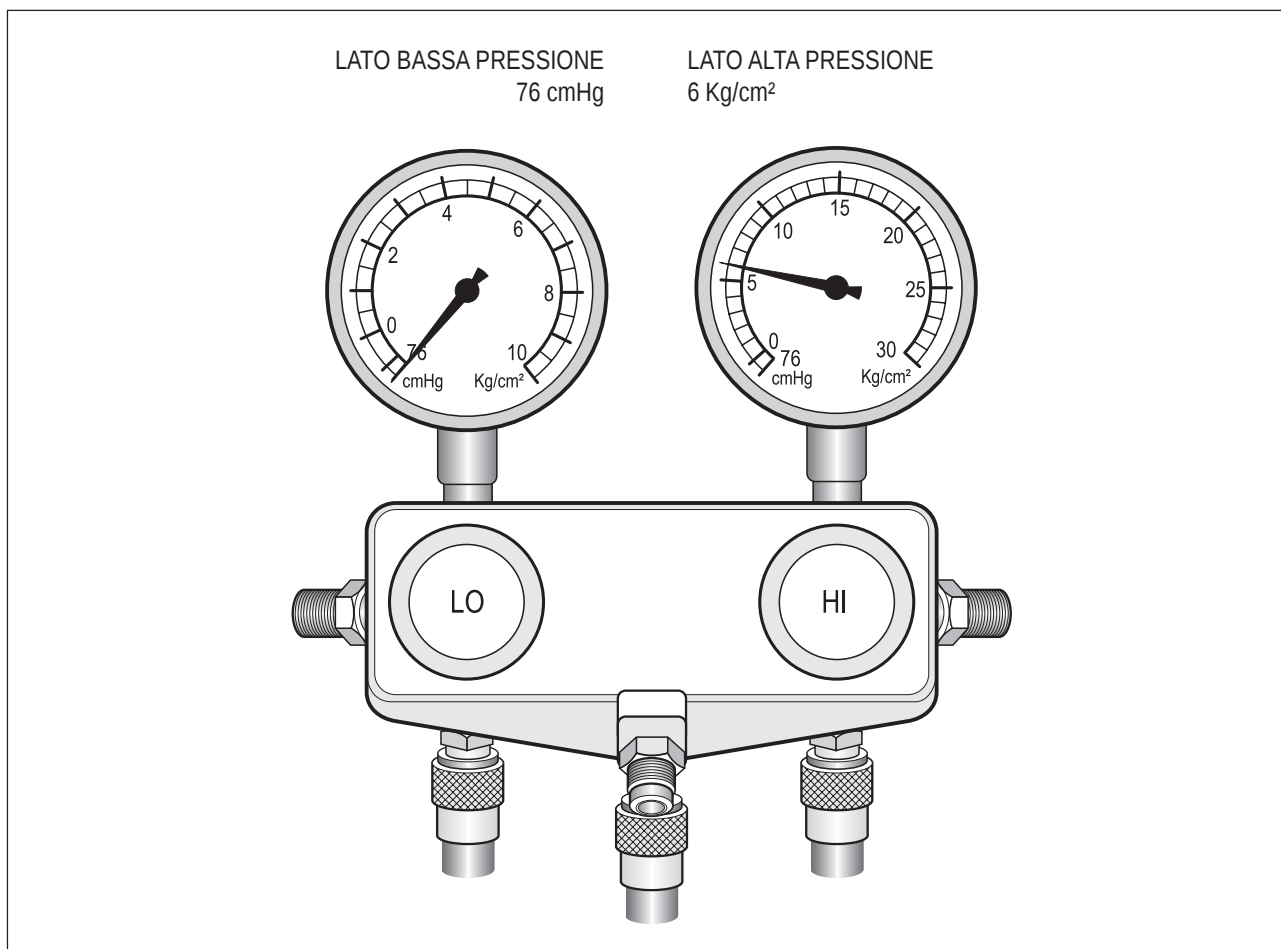
DIAGNOSI

- Il filtro deidratatore è saturo: non è in condizioni di assorbire altra umidità. Ne consegue che nella valvola vi sarà formazione di ghiaccio

RIMEDI

- Svuotare l'impianto recuperando il refrigerante se possibile
- Sostituire il filtro
- Eliminare l'umidità dal circuito effettuando il vuoto per un tempo prolungato
- Ricaricare nuovamente l'impianto, avendo cura di avere eliminato completamente l'umidità, con la quantità di refrigerante necessaria.

8.7.5. IL REFRIGERANTE HA DIFFICOLTÀ A CIRCOLARE NELL'IMPIANTO



SINTOMO

- L'impianto non raffredda efficacemente. Si riscontra una differenza di temperatura dei raccordi tra l'ingresso e l'uscita del filtro deidratatore

VALORI RILEVATI NEL CICLO REFRIGERANTE

- Nel lato di bassa pressione può verificarsi il vuoto, nel lato di alta pressione si hanno valori di pressione molto bassi
BASSA PRESSIONE ~ 76 cmHg
ALTA PRESSIONE 6 Kg/cm²
- Si forma della brina su tratti di tubazione, o sul filtro deidratatore

CAUSE

- La circolazione del refrigerante è impedita da occlusioni dei tubi provocate da corpi estranei o da sporcizia presente nel circuito che ne ostruisce il filtro deidratatore

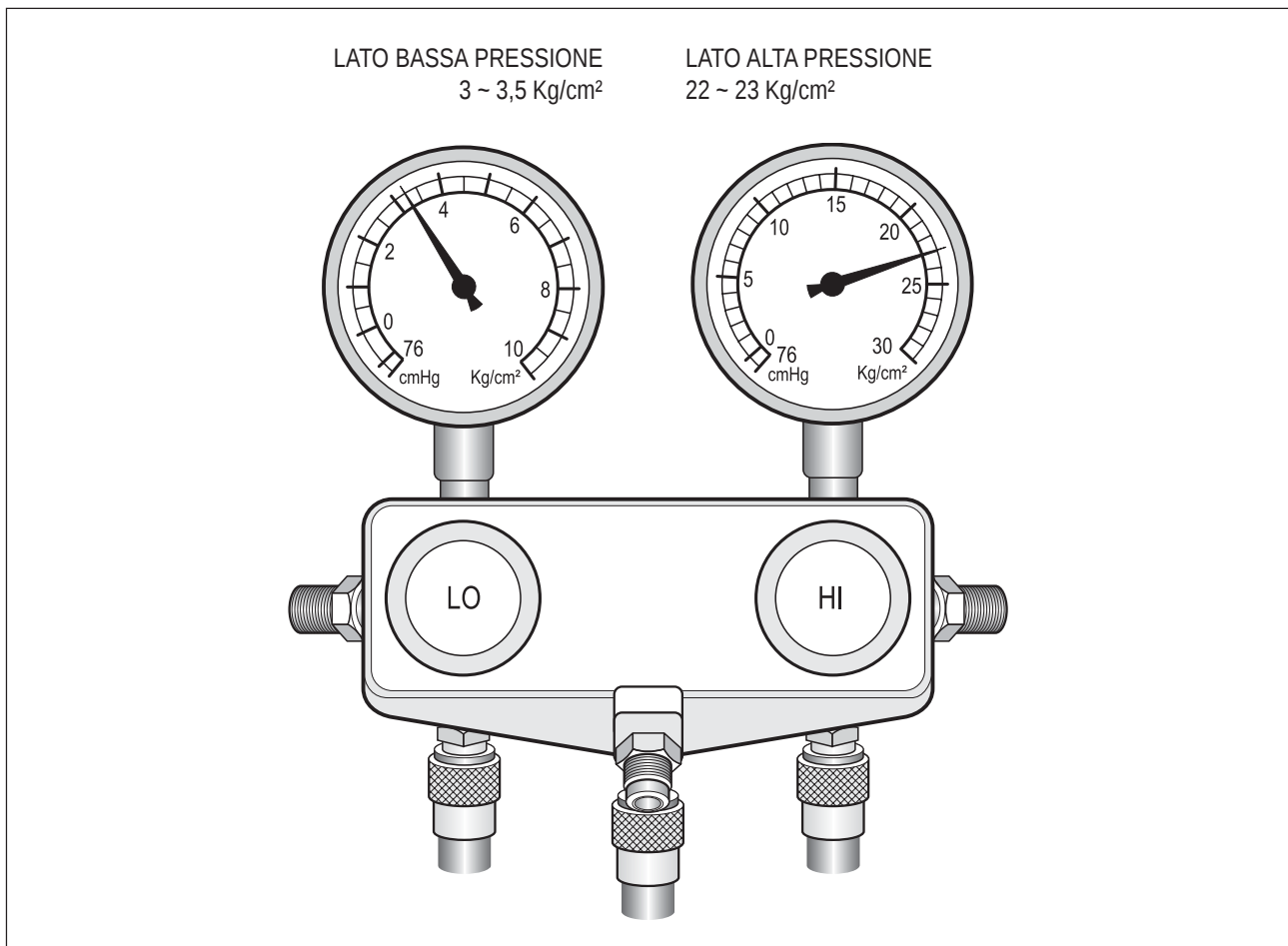
DIAGNOSI

- Corpo estraneo all'interno di una tubazione, pertanto il refrigerante non circola correttamente
- Filtro deidratatore intasato da sporcizia

RIMEDI

- Occorre rimuovere il corpo estraneo dalla tubazione o, eventualmente, sostituire il tubo
- Se il filtro è ostruito, sostituirlo. In questo caso occorre verificare ed eventualmente pulire la valvola d'espansione all'interno

8.7.6. MALFUNZIONAMENTO DELLA VALVOLA DI ESPANSIONE (troppo aperta) O INSTALLAZIONE ERRATA DEL SENSORE DELLA VALVOLA



SINTOMO

- L'impianto raffredda poco

VALORI RILEVATI NEL CICLO REFRIGERANTE

- Valori di alta e di bassa pressione entrambi al di sopra del normale
BASSA PRESSIONE 3 ~ 3,5 Kg/cm²
ALTA PRESSIONE 22 ~ 23 Kg/cm²
- Presenza di brina sulla tubazione in bassa pressione

CAUSE

- Malfunzionamento della valvola di espansione o sensore capillare installato non correttamente
- Il flusso di refrigerante risulta mal regolato

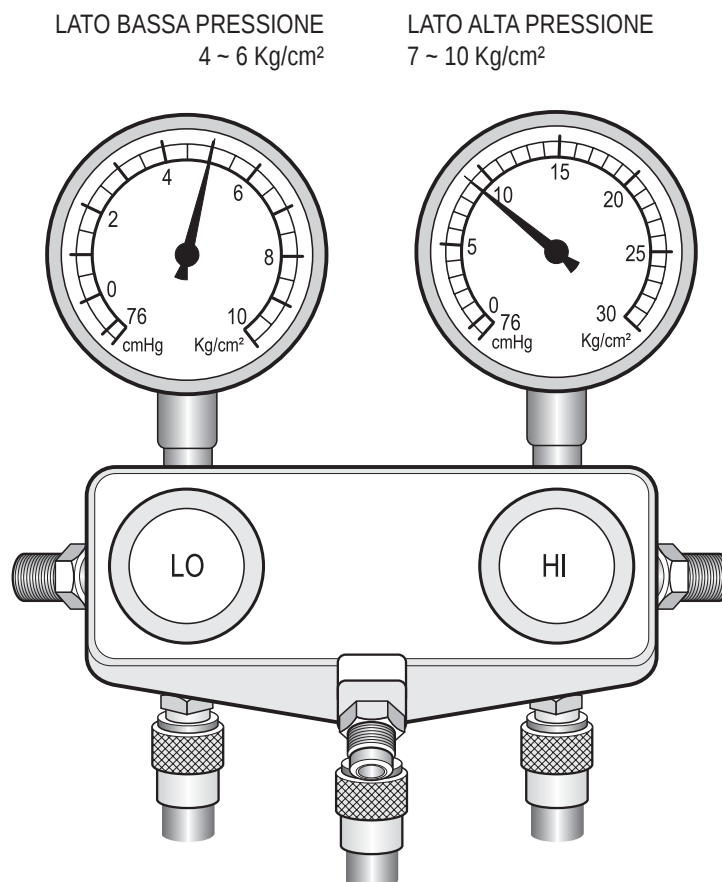
DIAGNOSI

- Troppo fluido refrigerante nel lato in bassa pressione, in quanto la valvola di espansione è rimasta aperta. Se il refrigerante giunge al compressore allo stato liquido può danneggiarlo.

RIMEDI

- Controllare il posizionamento del sensore della valvola
- Se questo risulta posizionato correttamente, svuotare l'impianto recuperando il refrigerante se possibile
- Sostituire la valvola di espansione
- Fare il vuoto, ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante necessaria

8.7.7. COMPRESSIONE INSUFFICIENTE DEL COMPRESSORE

**SINTOMO**

- L'impianto non raffredda

VALORI RILEVATI NEL CICLO REFRIGERANTE

BASSA PRESSIONE troppo alta $4 \div 6 \text{ Kg/cm}^2$

ALTA PRESSIONE troppo bassa $7 \sim 10 \text{ Kg/cm}^2$

CAUSE

- Compressore inefficiente

DIAGNOSI

- La compressione è insufficiente a causa di perdite localizzate nelle fasce dei pistoni o nelle valvole della testata (rottura di pistoni, valvole piegate o rotte)

RIMEDI

- Svuotare l'impianto recuperando il refrigerante se possibile
- Sostituire il compressore se necessario
- Fare il vuoto, ricaricare l'impianto con la quantità di refrigerante necessaria

9. PRECAUZIONI DA OSSERVARE QUANDO SI EFFETTUANO DELLE RIPARAZIONI

CABLAGGI	1 Scollegare la batteria 2 Collegare accuratamente i terminali e i connettori elettrici 3 Evitare che i cavi striscino su parti metalliche 4 Collegare il cablaggio del condizionatore all'impianto vettura con attenzione 5 Se si interviene con modifiche temporanee sul cablaggio auto originale, riportare tutto alle condizioni iniziali 6 Non pizzicare i cavi al momento del montaggio 7 Avere cura di non lasciare saldature o parti elettriche scoperte 8 I cavi non vanno posti a contatto con parti calde o in movimento 9 Le connessioni dei cablaggi non devono trovarsi vicine alle connessioni dell'impianto di alimentazione carburante 10 Se i cavi passano attraverso fori, proteggerli con gli appositi gommini passaparete
TUBI	1 Non scaldare i tubi preformati per curvarli 2 Il raggio di curvatura deve essere il più grande possibile 3 Mantenere la perfetta pulizia interna ed esterna delle parti dell'impianto 4 Tappare tutti i raccordi quando si effettua lo smontaggio 5 Se si deve tagliare un tubo, pulire successivamente la parte interna da eventuali sfridi 6 Prima di effettuare le connessioni, applicare poche gocce di olio per refrigerante sulle filettature dei raccordi e sugli O-RING 7 Al momento di serrare o di allentare i raccordi, utilizzare due chiavi 8 Fare molta attenzione alla direzione del filtro. L'entrata deve essere collegata al tubo in arrivo dal condensatore 9 Il tubo di scarico condensa, deve essere ruotato o fissato in maniera tale che l'acqua scaricata non cada sui componenti originali del veicolo (specialmente tubi freni e collettore gas scarico) Inoltre il tubo non deve toccare i condotti di scarico e i tubi dei freni 10 Il tubo scarico condensa deve essere montato in modo da non presentare tratti in salita che impedirebbero il normale deflusso dell'acqua

ATTENZIONE 	NON AVVICINARE FIAMME (ES: SALDATRICE OSSIA CETILENICA) A PARTI DELL'IMPIANTO QUANDO IL CIRCUITO È CHIUSO: <u>PUÒ ESPLODERE !</u>
REFRIGERANTE 	1 Usare le seguenti precauzioni quando si utilizzano i refrigeranti. A Indossare occhiali quando si maneggia il refrigerante o si effettuano operazioni sull'impianto B Evitare il contatto del refrigerante con la pelle C Non scaldare il contenitore del refrigerante oltre i 40°C D Non scaricare il refrigerante all'interno di un area chiusa in presenza di fiamme libere E Cercare di recuperare sempre il refrigerante presente nel circuito F Evitare che il refrigerante entri in contatto con parti in metallo lucido. Il gas unito all'umidità è corrosivo e può opacizzare metalli lucidi o superfici cromate G Non scaricare mai l'impianto di piccole quantità di gas o introdurre gas quando è già stato caricato, ma svuotare l'impianto, se possibile recuperare il gas, fare il vuoto ed effettuare la carica con il quantitativo prescritto
REFRIGERANTE 	2 Se il refrigerante entra in contatto con gli occhi o con la pelle: A Non sfregare la pelle e gli occhi B Lavare abbondantemente le parti venute a contatto con il refrigerante con acqua fredda C Coprire l'occhio venuto a contatto con il refrigerante con una garza sterile D Pulire con sapone la pelle E Recarsi immediatamente in un centro di pronto soccorso F Non curare da soli le parti del corpo interessate
PARTICOLARI VARI	• Le parti montate sul motore devono essere serrate con la coppia prescritta dal fabbricante del motore • Non dimenticare di installare tutti gli spessori e le rondelle forniti

10. OPERAZIONI DI CARICA E SCARICO DELL'IMPIANTO

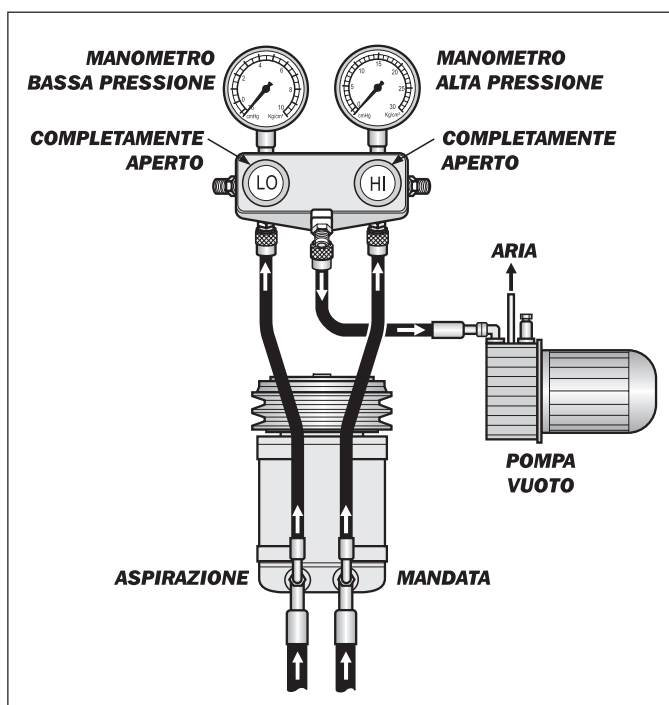
La stazione di carica va collegata all'impianto per mezzo delle valvole di alta e di bassa pressione. La valvola di alta pressione può essere collocata sulla mandata del compressore o sul filtro, in alcuni casi può essere posta su una giunzione per tubo o su un raccordo, sempre però nel tratto di alta pressione. La valvola di bassa pressione può essere posta sull'aspirazione del compressore o su una giunzione per tubi o su un raccordo nel tratto di bassa pressione.

La valvola di alta pressione è più grande della valvola di bassa, questa differenza è dovuta solo alla necessità di differenziarle visivamente ed evitare errori di collegamento.

Al momento di collegare i tubi della stazione di carica all'impianto, verificare che le due manopole di alta e di bassa pressione siano chiuse. La pompa del vuoto deve essere spenta.

10.1. SCARICO E MESSA IN VUOTO DELL'IMPIANTO

- 1) Tutte le volte che un impianto di condizionamento è stato aperto, ovvero è stato esposto all'atmosfera oppure è entrata aria nell'impianto, deve essere evacuato usando la pompa per il vuoto della stazione di carica. Dopo l'installazione dell'impianto si raccomanda di effettuare il vuoto per almeno 30 minuti, mentre una unità che ha funzionato ed è stata aperta per riparazioni, deve essere tenuta in vuoto per almeno 45 minuti.
- 2) Se l'impianto deve essere scaricato del suo contenuto di fluido refrigerante, si raccomanda di utilizzare sempre la stazione di recupero affinché l'R134a non vada disperso nell'ambiente. Nel caso questo non fosse possibile procedere come segue:



- a motore fermo allentare leggermente un raccordo posto nel punto più alto del circuito avendo cura di consentire la fuoriuscita del solo refrigerante. Un'apertura troppo grande fa sì che il refrigerante in uscita dal raccordo trascini con sé l'olio del compressore con conseguente diminuzione del contenuto di lubrificante all'interno dell'impianto.

• **ATTENZIONE:** non utilizzare mai la pompa del vuoto per scaricare il refrigerante dal circuito. Quando il refrigerante è uscito completamente si può procedere alla messa in vuoto.

- 3) Collegare i tubi della stazione di carica all'impianto collegando il terminale blu di bassa pressione e il terminale rosso di alta con le valvole di bassa e alta pressione rispettivamente.
- 4) Azionare la pompa del vuoto e quindi aprire entrambe le manopole di alta e di bassa pressione.
- 5) Dopo circa 10 minuti, il manometro di bassa pressione deve indicare un valore oltre 60 - 70 cmHg di vuoto. Se ciò avviene non ci sono perdite.

Nota:

- Se la pompa non riesce a portare l'impianto a 60 - 70 cmHg di vuoto, chiudere le manopole di alta e di bassa pressione e fermare la pompa del vuoto.
- Se il manometro di bassa pressione indica una mancanza di vuoto, c'è una perdita. Fare entrare aria, riparare quindi il guasto e ricominciare le operazioni.
- Se non si riesce a trovare alcuna perdita continuare a creare il vuoto.

- 6) Continuare quindi l'operazione di evacuazione fino a portarsi ad un valore oltre 70 cmHg di vuoto. Continuare a creare il vuoto per almeno 30 minuti complessivi, quindi chiudere entrambe le manopole di alta e bassa pressione.
- 7) Spegnere la pompa del vuoto.
Il sistema, se messo in vuoto come indicato sopra, è pronto per ricevere il refrigerante.

10.2. RICERCA DELLE PERDITE DELL'IMPIANTO

Se non si riesce ad ottenere il vuoto oppure l'impianto si scarica dopo poco tempo, si è in presenza di perdite.

Per rilevarle utilizzando la stazione di carica e un cercafughe si operi come segue.

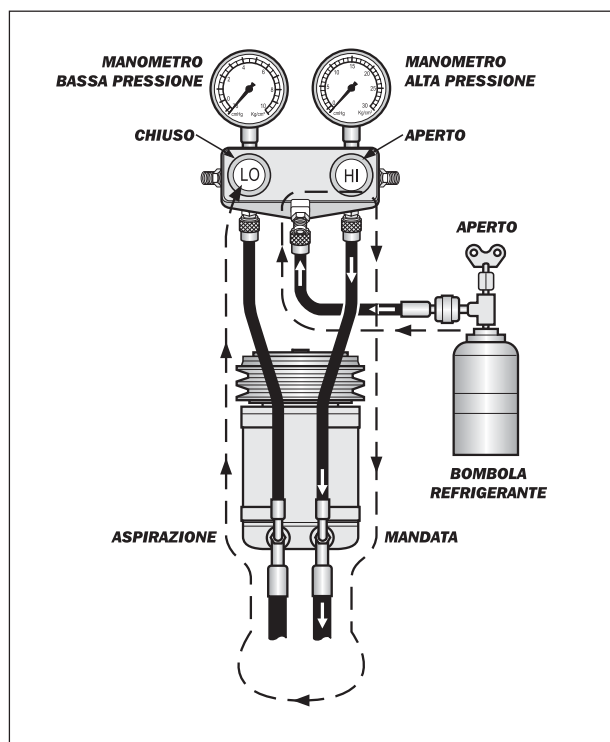
- 1) Collegare la stazione all'impianto
- 2) Creare il vuoto nella misura maggiore possibile
- 3) Aprire la manopola di alta pressione per caricare con il refrigerante l'impianto.
- 4) Dopo che il manometro di bassa pressione avrà indicato 1 atm, chiudere la manopola di alta pressione. In queste condizioni testare l'impianto usando un sensore per la ricerca delle perdite di gas.

Si ricorda che il sensore elettronico risulta sensibile alla:

- Presenza di differenze locali di temperatura
- Presenza di alogeni derivati da solventi, olii, abs, siliconi ecc.

Quindi occorre accertarsi che la perdita individuata con il sensore non si trovi in una zona del veicolo o dell'impianto che sia interessata dalle sostanze elencate precedentemente.

- 5) Una volta individuata la perdita, i componenti difettosi responsabili della fuoriuscita del refrigerante devono essere riparati o sostituiti.
- 6) Compiute le operazioni di ricerca delle perdite e della riparazione dell'impianto, rifare il vuoto come indicato precedentemente.



10.3. CARICA DEL SISTEMA

CARICA CON REFRIGERANTE LIQUIDO

- 1) Questa procedura serve a caricare un impianto in cui è già stato effettuato il vuoto. Quando la bombola di refrigerante è capovolta, il refrigerante esce allo stato liquido



ATTENZIONE !
**NON METTERE IN MOTO IL MOTORE DURANTE LA CARICA
DEL SISTEMA DAL LATO DI ALTA PRESSIONE.**



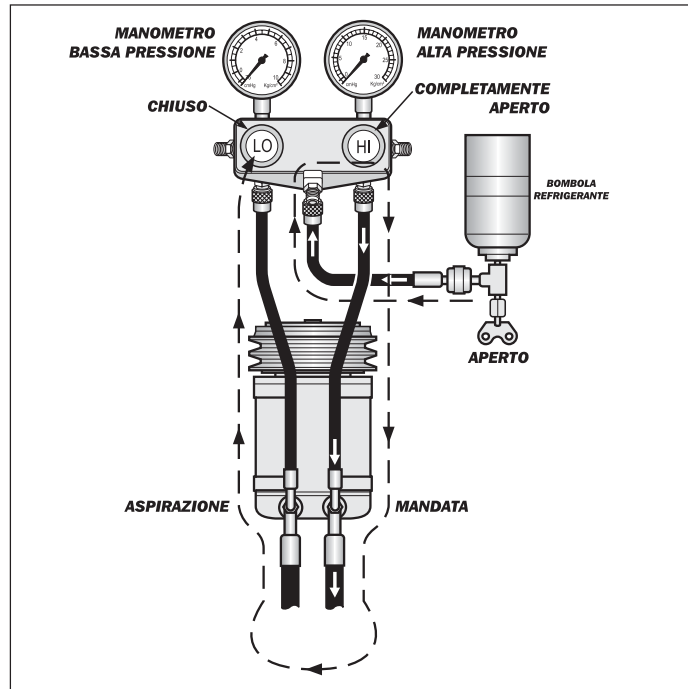


ATTENZIONE !

**NON APRIRE LA VALVOLA DAL LATO DI BASSA PRESSIONE
QUANDO IL REFRIGERANTE È CARICATO ALLO STATO LIQUIDO**



- 2) Chiudere le manopole di alta e di bassa pressione dell'impianto dopo la messa in vuoto del sistema.
- 3) Verificare che la bombola con il refrigerante sia collegata alla stazione e far fluire il fluido nel cilindro graduato nella quantità voluta, quindi chiudere la bombola.
- 4) Caricare l'impianto con tutto il refrigerante che riesce ad entrare spontaneamente senza superare però il valore della carica complessiva richiesta.
- 5) Quando non fluisce più refrigerante e non si è ancora raggiunta la carica complessiva richiesta, chiudere la manopola di alta pressione.

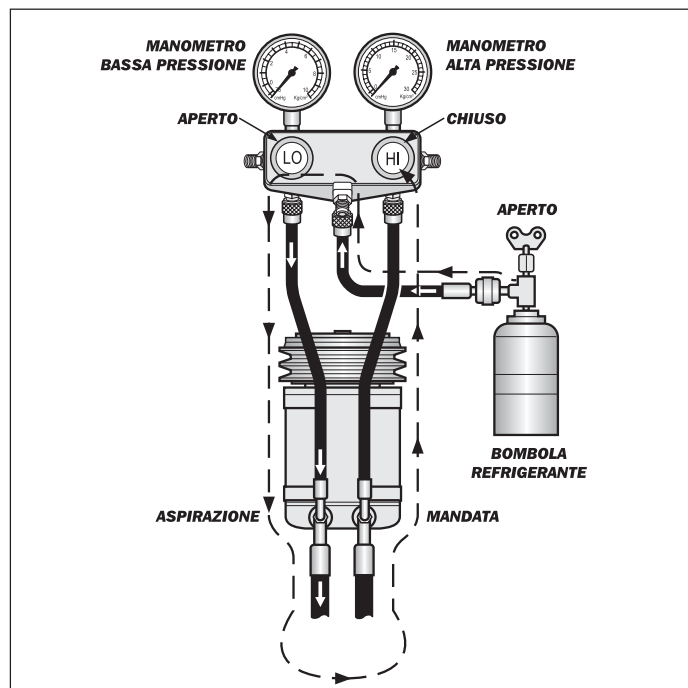


ATTENZIONE !

**PRIMA DI PROCEDERE CON LA SEGUENTE SERIE DI OPERAZIONI,
VERIFICARE CHE LA MANOPOLA DI ALTA PRESSIONE SULLA
STAZIONE DI CARICA SIA CHIUSA**



- 6) Riportare la bombola del refrigerante in posizione normale.
- 7) Mettere in moto il motore del veicolo.
- 8) Accendere il condizionatore al massimo. Aprire la manopola di bassa pressione. Il refrigerante entrerà nell'impianto nella parte in bassa pressione allo stato di vapore.
- 9) Completata la carica dell'impianto operare come segue:
 - Chiudere la manopola di bassa pressione della stazione di carica
 - Spegner il motore. Staccare i raccordi terminali dei tubi della stazione di carica dalle valvole di alta e di bassa pressione dell'impianto.



ATTENZIONE !

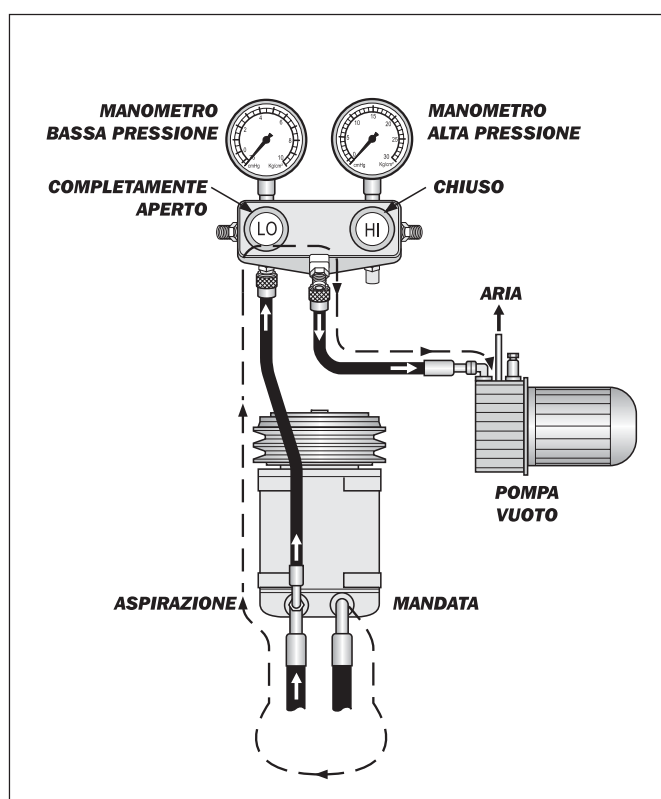


DALLE VALVOLE DI ALTA E BASSA PRESSIONE DELL'IMPIANTO PUÒ USCIRE DEL REFRIGERANTE AL MOMENTO DELLO STACCO DEI RACCORDI TERMINALI DEI TUBI DELLA STAZIONE DI CARICA. PROTEGGERE OCCHI E MANI.



10.4. CARICA DEL SISTEMA DAL LATO IN BASSA PRESSIONE

- 1) Collegare la stazione di vuoto e carica all'impianto di condizionamento come indicato nella figura a fianco.
- 2) Aprire i rubinetti di bassa pressione e della messa in vuoto. Gli altri devono essere chiusi.
- 3) Mettere in funzione la pompa elettrica del vuoto. Lasciare aspirare la pompa per un tempo sufficientemente lungo (30 min ÷ 40 min) a seconda delle dimensioni dell'impianto.
- 4) Trascorso questo tempo, prima di spegnere la pompa elettrica del vuoto, chiudere il rubinetto del vuoto.

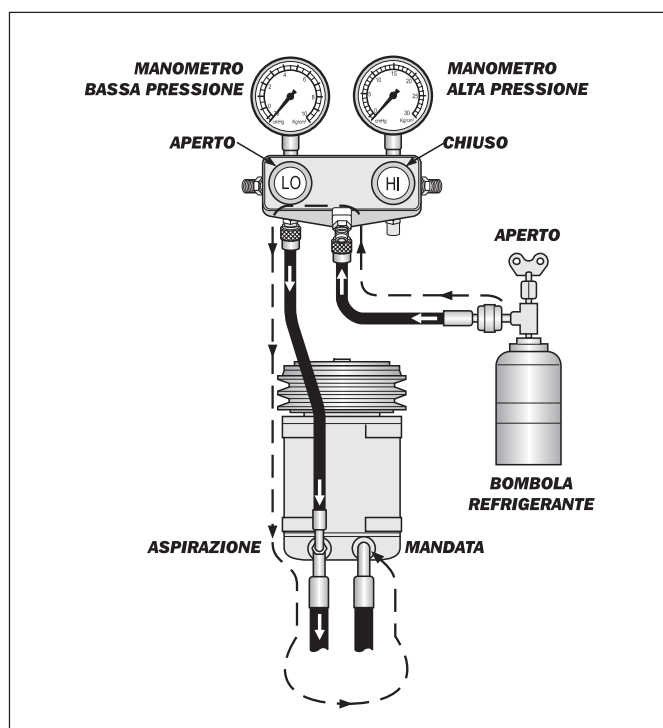


ATTENZIONE

LO SPEGNIMENTO DELLA POMPA ELETTRICA DEL VUOTO PROVOCA IL RISUCCHIO DELL'OLIO CONTENUTO NEL CORPO DELLA POMPA SE NON È STATA CHIUSA PREVENTIVAMENTE LA MANOPOLA DI BASSA PRESSIONE.

A questo punto controllare che il manometro di bassa pressione confermi che l'impianto è in vuoto. Trascorsi 15 ÷ 20 minuti verificare che l'indice del manometro non si sia spostato dalla posizione "0". Lo spostamento anche piccolo dell'indice del manometro di bassa pressione potrebbe segnalare la presenza di una "perdita" nel circuito di climatizzazione.

- 5) Sempre a motore spento, aprendo il rubinetto di bassa pressione introdurre nell'impianto circa il 50% del peso corrispondente alla carica di fluido frigorifero dell'impianto. Chiudere quindi il rubinetto.
- 6) Trascorsi 3 ÷ 4 minuti, mettere in moto al minimo il motore del veicolo e porre i comandi nella posizione di max condizionamento.
- 7) Aprendo leggermente il rubinetto di bassa pressione si può ora fare defluire lentamente il fluido frigorifero per completare la carica.



ATTENZIONE

L'APERTURA DEL RUBINETTO DI BASSA PRESSIONE DEVE ESSERE TALE DA FARE DEFUORE LENTAMENTE IL FLUIDO FRIGORIFERO NELL'IMPIANTO. L'INTRODUZIONE REPENTINA DEL FLUIDO PUÒ DANNEGGIARE IL COMPRESSORE A CAUSA DI POSSIBILI "COLPI DI LIQUIDO" DURANTE LA FASE DI COMPRESSIONE.

- 8) Quando tutto il fluido frigorifero è defluire nel circuito dell'impianto di condizionamento, chiudere il rubinetto di bassa pressione, spegnere il condizionatore e il motore, scollegare il tubo di carica.



**ATTENZIONE ALLE USCITE DI REFRIGERANTE
PROTEGGERE OCCHI E MANI**



10.5. PROCEDURA PER L'ANALISI DELLE PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO

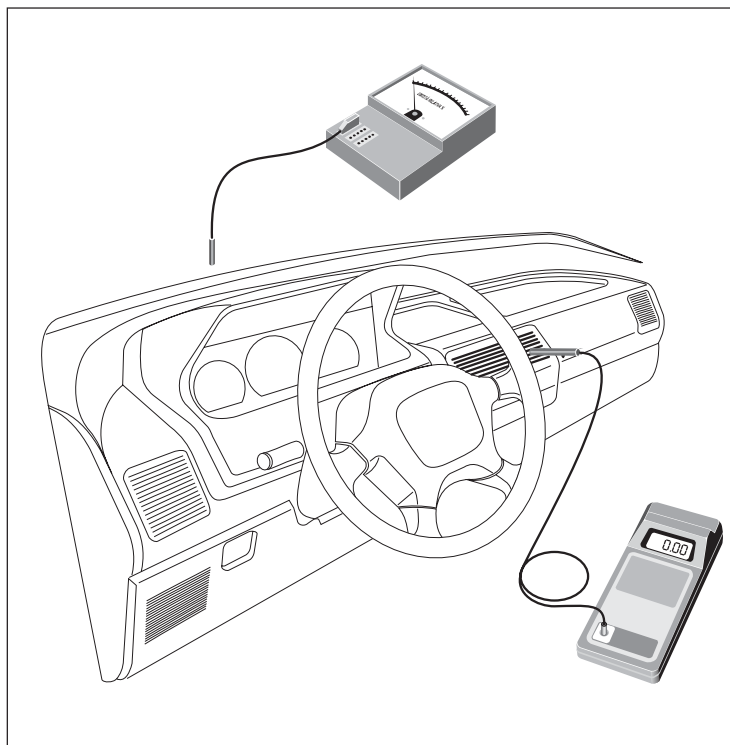
Dopo aver terminato le riparazioni o l'installazione, occorre testare le prestazioni dell'impianto come segue:

- 1) Collegare la stazione di carica all'impianto
- 2) Far funzionare il motore a 2000 giri/min.
- 3) Agire sull'impianto di condizionamento, posizionando il selettore di velocità ventilatore sulla velocità massima e il termostato del condizionamento su max freddo
- 4) Aprire finestrini e porte del veicolo
- 5) Inserire un termometro in una bocchetta da cui esce aria condizionata e posizionare l'igrometro vicino all'ingresso dell'aria nell'unità di condizionamento

- La resa di un impianto viene determinata dalla lettura delle seguenti grandezze:

- a) Temperatura esterna
- b) Temperatura aria in uscita dalle bocchette
- c) Pressione lato alta pressione
- d) Pressione lato bassa pressione

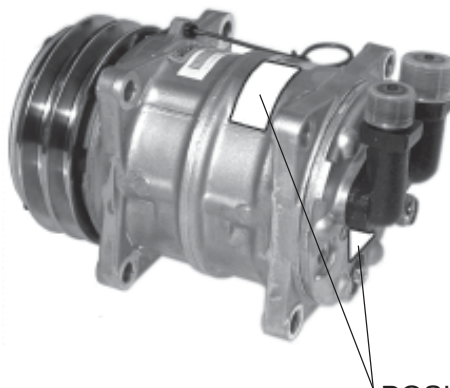
- ***Naturalmente i valori rilevati sono influenzati dalle condizioni di temperatura esterna***



ALLEGATO 1

TARGHETTA COMPRESSORE

La targhetta riporta tutti i dati identificativi del compressore ed è collocata solitamente sulla testa del compressore



POSIZIONAMENTO

CASA COSTRUTTRICE	
COMP. TYPE	TIPO COMPRESSORE
PART. NO	N°. COMPONENTE
SERI.NO	NUMERO DI SERIE
OIL.	cm ³ TIPO E QUANTITÀ DI OLIO UTILIZZATA
LEAK. TEST	HIGH SIDE 2.9 MPaG LOW SIDE 1.5 MPaG
REF. HFC-134a	INDICAZIONI CIRCA IL TEST DI VERIFICA PERDITE
	TIPO DI GAS

OLII PER R134a ADOTTATI DALLE CASE COSTRUTTRICI

SANDEN	QUANTITÀ DI OLIO SP20PAG
505	100 cc
508	175 cc
510	135 cc
7H15	207 cc
7H13	207 cc

ZEXEL	QUANTITÀ DI OLIO (PAG) ZXL100PG
TM13HA	150 cc
TM13HD	150 cc
TM15HD	150 cc



TENERE CHIUSO IL CONTENITORE DELL'OLIO
CHIUDERE SEMPRE IL CONTENITORE IN QUANTO L'OLIO È MOLTO IGROSCOPICO

AGGIUNTA DI OLIO NEGLI IMPIANTI SPECIALI O DI GRANDI DIMENSIONI

- Il procedimento di calcolo sotto esposto è applicabile a impianti con carica di refrigerante oltre 1200 grammi e fino a 2200 grammi (approssimativamente).
- Impianti con lunghezza considerevole dei tubi, quali quelli per minibus, macchine agricole, impianti speciali ecc.

FORMULA PER DETERMINARE LA QUANTITÀ DI OLIO DA AGGIUGERE IN UN IMPIANTO

La quantità totale di olio da immettere nell'impianto è correlata alla quantità di refrigerante necessaria per quell'impianto.

Occorre moltiplicare quindi la quantità di refrigerante caricata per il coefficiente 0.13 e aggiungere una quantità di olio che dipende dal modello di compressore come esemplificato nella tabellina sottostante.

SANDEN	508	CARICA REFRIGERANTE (g) X 0.13 + 40 cm ³
	510	CARICA REFRIGERANTE (g) X 0.13 + 40 cm ³
	7H15	CARICA REFRIGERANTE (g) X 0.13 + 72 cm ³
	7H13	CARICA REFRIGERANTE (g) X 0.13 + 72 cm ³
ZEXEL	TM13HA	CARICA REFRIGERANTE (g) X 0.13 + 15 cm ³
	TM13HD	CARICA REFRIGERANTE (g) X 0.13 + 15 cm ³
	TM15HD	CARICA REFRIGERANTE (g) X 0.13 + 15 cm ³

Al valore ottenuto occorre sottrarre la quantità di olio contenuta in origine dal compressore.

ESEMPIO

Dato un impianto con una carica di 1300 grammi di fluido refrigerante e che utilizza un compressore Sanden SD 508 si ottiene

$$1300 \times 0.13 + 40 = 209 \text{ grammi}$$

L'olio da aggiungere in più nell'impianto si ottiene sottraendo al risultato precedente la quantità di olio presente nel compressore.

$$209 - 175 = 34 \text{ grammi}$$

Questa quantità di olio si consiglia di introdurla nel filtro deidratore o all'interno del condensatore.

ATTENZIONE: non introdurre mai olio nel tubo di bassa pressione! Potrebbe rompere il compressore

ALLEGATO 2**RELAZIONE PRESSIONE ASSOLUTA — TEMPERATURE
PER L'R134a**

T (°C)	Bar
-40	0.51
-38	0.57
-36	0.63
-34	0.69
-32	0.77
-30	0.84
-28	0.93
-26	1.03
-24	1.11
-22	1.22
-20	1.33
-18	1.45
-16	1.57
-14	1.71
-12	1.85
-10	2.01
-8	2.17
-6	2.34
-4	2.53
-2	2.72
0	2.93
2	3.15
4	3.38
6	3.62
8	3.88
10	4.15

T (°C)	Bar
12	4.43
14	4.73
16	5.05
18	5.38
20	5.72
22	6.08
24	6.46
26	6.86
28	7.28
30	7.71
32	8.16
34	8.64
36	9.13
38	9.64
40	10.18
42	10.73
44	11.31
46	11.91
48	12.54
50	13.19
52	13.87
54	14.57
56	15.29
58	16.05
60	16.83

INDICE

1. DEFINIZIONE DI CALORE	1
1.1. Stati fisici della materia	2
1.2. Unità di misura del condizionamento	3
1.2.1 Temperatura	3
1.2.2 Pressione	3
1.2.3 Kilocaloria	4
1.2.4 Kilofrigoria	4
1.2.5 Kfrigorie/ora	4
1.2.6 Calore specifico	5
1.3. Propagazione del calore	5
1.3.1 Conduzione	5
1.3.2 Convezione	6
1.3.3 Irraggiamento	6
1.4. Aumento di temperatura e calore assorbito	7
2. FLUIDO FRIGORIGENO	8
2.1. Caratteristiche del refrigerante	9
3. SISTEMA FRIGORIGENO	10
4. I COMPONENTI DI UN IMPIANTO IN R134a	12
4.1. Compatibilità dei componenti	12
4.1.1 Evaporatore - Condensatore	12
4.1.2 Filtro deidratatore	12
4.1.3 Tubi	12
4.1.4 O.Rings	12
4.1.5 Compressore	12
5. COMPONENTI DELL'IMPIANTO	14
5.1. Compressore	18
5.1.1. Compressori alternativi a pistoni disposti perpendicolarmente all'asse di rotazione	19
5.1.2. Compressore alternativo con pistoni disposti parallelamente all'asse di rotazione	20
5.1.3. Compressori rotativi	20
5.1.4. Compressori tipo Scroll	21
5.1.5. Compressori ermetici, semiermetici, aperti	21
5.1.6. Giunto elettromagnetico	21
5.2. Condensatore	24
5.3. Filtro	25
5.4. Valvola di espansione	26
5.4.1. Equalizzata internamente	26
5.4.2. Equalizzata esternamente	27
5.4.3. Valvola di espansione a blocchetto	28
5.5. Evaporatore	29
6. DISPOSITIVI DI REGOLAZIONE E SICUREZZA	31
6.1. Pressostati	32
6.1.1. Pressostato di massima	32
6.1.2. Pressostato di minima	32

6.1.3. Pressostato Binary	32
6.1.4. Pressostato Trinary	32
6.1.5 Termostati	33
7. STRUMENTI PER LA MANUTENZIONE	33
7.1. Termometro	33
7.2. Igrometro	34
7.3. Cercafughe	34
8. LOCALIZZAZIONE DEL GUASTO	35
8.1. Analisi visiva	35
8.2. Diagramma ricerca dei guasti	36
9. COMPRESSORE	37
9.1. Frizione elettromagnetica	39
9.2. Valvola di espansione	39
10. RUMORE ANORMALE	40
11. RICERCA DEL GUASTO MEDIANTE MANOMETRO	41
11.1. Refrigerante insufficiente	42
11.2. Troppo refrigerante o insufficiente condensazione	43
11.3. Aria nel circuito	44
11.4. Umidità nel circuito	45
11.5. Il refrigerante ha difficoltà a circolare nell'impianto	46
11.6. Malfunzionamento della valvola di espansione (troppo aperta) o installazione errata del sensore della valvola	47
11.7. Compressione insufficiente del compressore	48
12. PRECAUZIONI DA OSSERVARE QUANDO SI EFFETTUANO DELLE RIPARAZIONI	49
13. OPERAZIONI DI CARICA E SCARICO DELL'IMPIANTO	51
13.1. Scarico e messa a vuoto dell'impianto	51
13.2. Ricerca delle perdite dell'impianto	52
13.3. Carica del sistema	52
13.4. Carica del sistema dal lato in bassa pressione	54
13.5. Procedura per l'analisi delle prestazioni dell'impianto	56
ALLEGATO 1	57
Targhetta compressore	57
Olii per R134a adottati dalle case costruttrici	57
Quantità di olio in funzione della lunghezza dei tubi	58
ALLEGATO 2	59
Relazione pressione assoluta - temperature per l'R134a	59

