



Università degli Studi di Napoli "*Parthenope*"

Dipartimento di Scienze e Tecnologie

Tecnologia delle costruzioni ed allestimento navale

Vincenzo Piscopo

Impianti dell'aria compressa – Parte I
Lezione 23 (46/48)

1.1 Generalità

L'**aria compressa** trova impiego in sistemi che, analogamente a quelli di tipo oleodinamico, si possono definire di:

- **Pneumatica di potenza:** vengono alimentati motori pneumatici che azionano a loro volta degli utilizzatori finali;
- **Regolazione automatica:** viene esercitato un controllo su un processo tecnico che può essere ad azione logica (on-off) o ad azione analogica (continua).

- economicità dei componenti dell'impianto, semplicità di costruzione ed installazione;
- l'aria è facilmente reperibile ed eventuali perdite non inquinano l'ambiente;
- tali impianti possono essere adoperati anche in ambienti a rischio di incendio;
- le distanze raggiungibili sono compatibili con le dimensioni della nave;
- L'aria si può produrre ed immagazzinare con facilità e gli impianti possono funzionare anche in caso di assenza di energia elettrica.

PREGI

- ridotte potenze raggiungibili;
- scarsa capacità di controllo delle forze o dei momenti generati;
- necessità di essiccare e filtrare l'aria per ridurre il tasso di umidità ed eliminare pulviscoli in sospensione.

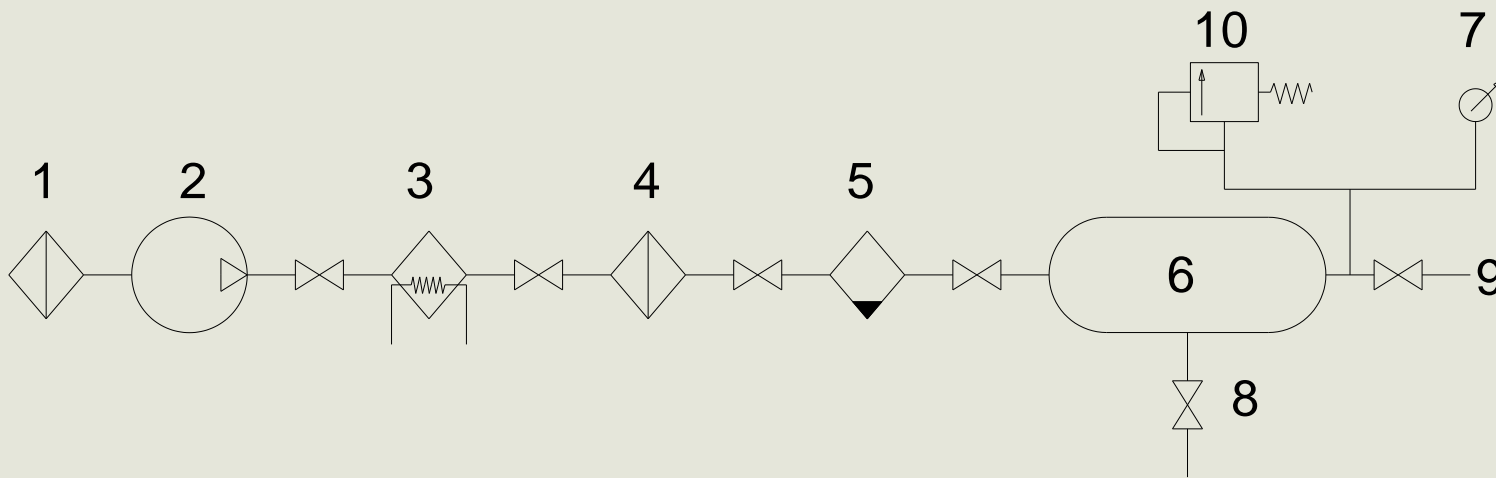
DIFETTI

APPLICAZIONI

- Avviamento dei motori diesel principali ed ausiliari;
- Azionamento di utensili pneumatici;
- Azionamento di pistoni per il comando di apertura/chiusura dei condotti di ventilazione;
- Comando di valvole pneumatiche ad asservimento degli impianti di bordo.

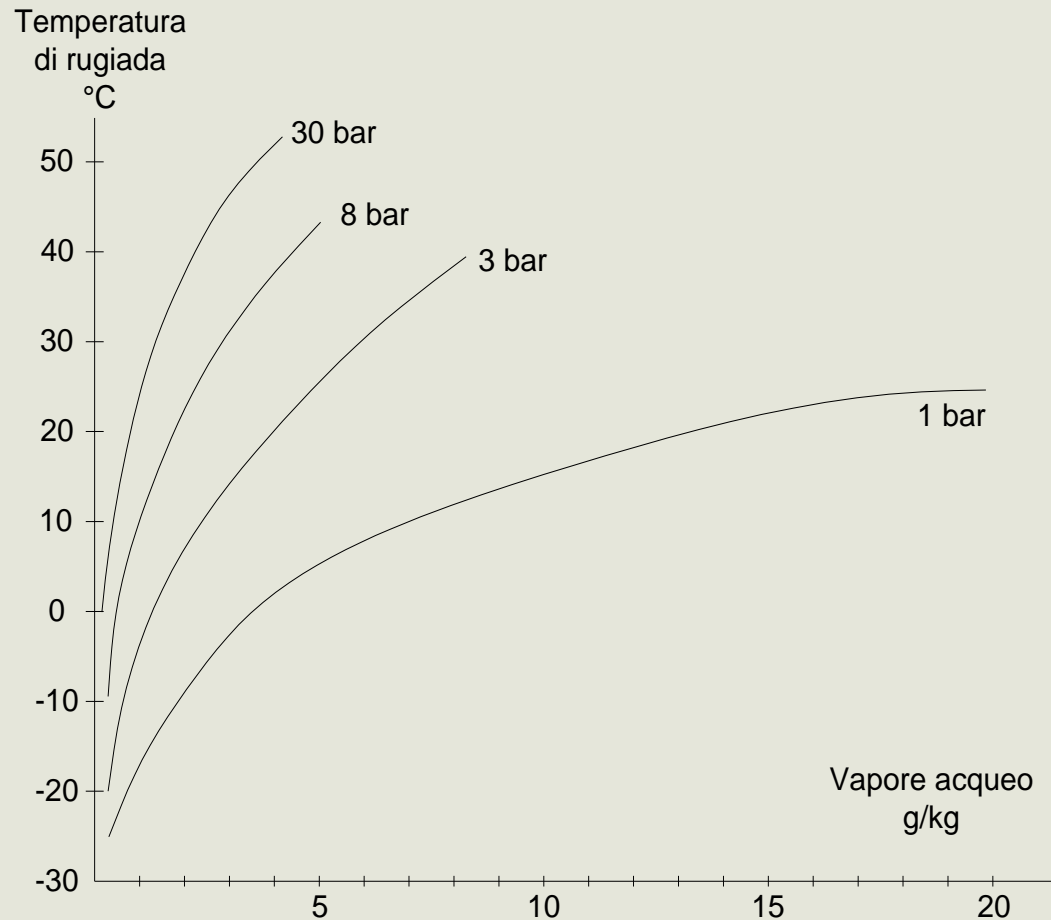
1.2 Produzione, trattamento e distribuzione dell'aria compressa

L'aria compressa per l'avviamento dei motori diesel principali e ausiliari è prodotta in una apposita centrale alla pressione di 30 bar. Sulla linea principale è normalmente posto un riduttore di pressione per l'alimentazione di ulteriori utenze. L'aria compressa per servizi diversi dall'avviamento dei motori principali viene invece prodotta in una o più unità indipendenti a una pressione compresa tra 3 e 8 bar, più frequentemente tra 5 e 6 bar. Il layout tipico di un impianto di produzione e trattamento dell'aria compressa è rappresentato nello schema sottostante.



- | | |
|----|--------------------------------------|
| 1 | Filtro del compressore |
| 2 | Compressore |
| 3 | Refrigeratore |
| 4 | Filtro dell'aria |
| 5 | Separatore di condensa |
| 6 | Serbatoio di stoccaggio |
| 7 | Riduttore di pressione con manometro |
| 8 | Valvola di spurgo del serbatoio |
| 9 | Linea di distribuzione |
| 10 | Valvola di massima pressione |

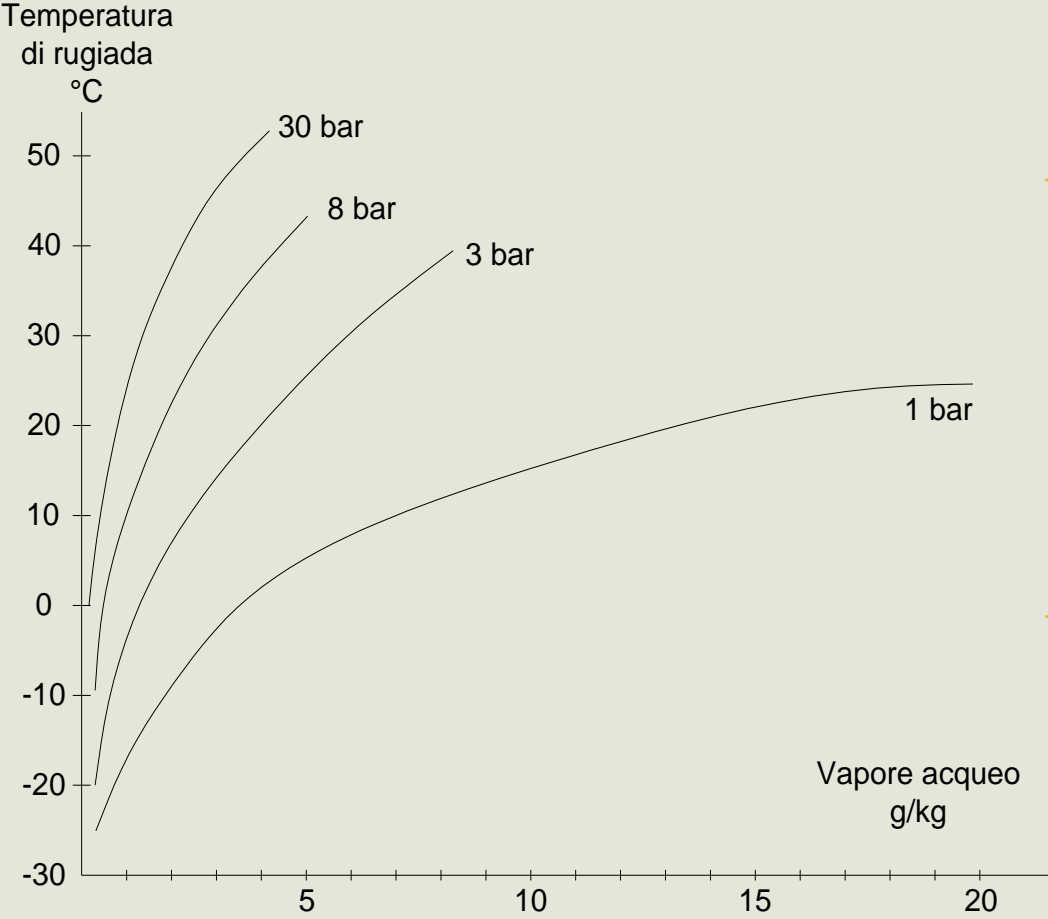
1.3 Trattamento dell'aria e curve di saturazione



L'aria compressa per l'azionamento degli automatismi di bordo o per l'avviamento dei motori principali deve essere priva di impurità che potrebbero inficiare l'efficienza dell'impianto. Le principali impurità presenti nell'aria compressa sono:

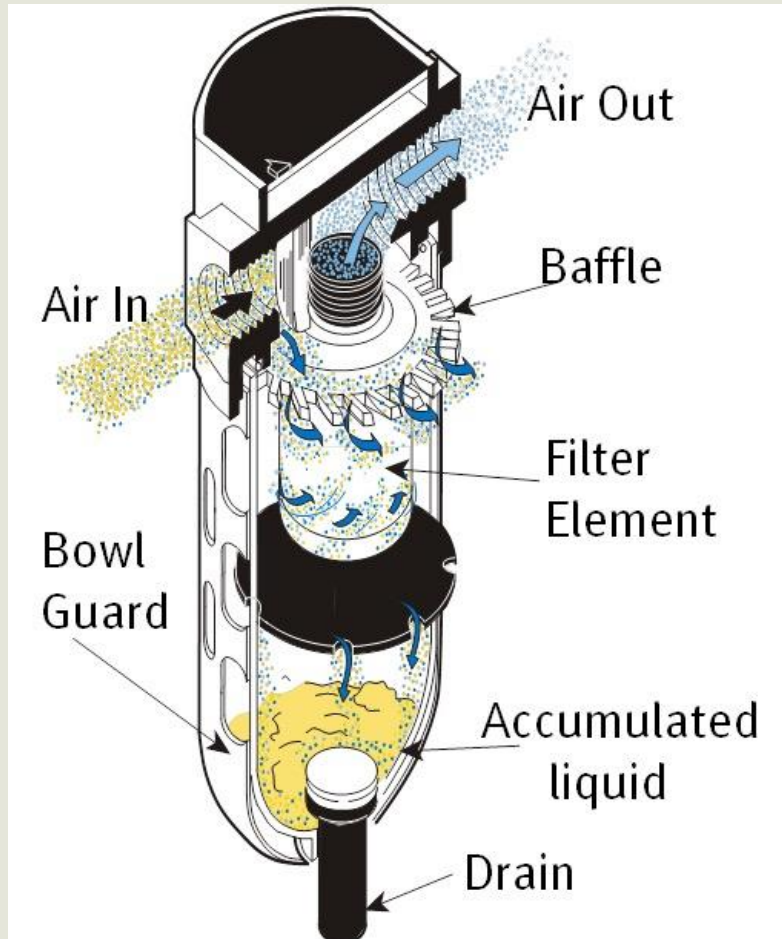
- **Tracce di olio:** sono normalmente dovute alla lubrificazione dei manovellismi del compressore e possono essere rimosse con sistemi di filtraggio ad assorbimento;
- **Particelle solide in sospensione:** sono dovute al pulviscolo atmosferico, alla ruggine presente all'interno delle tubolature
- **Vapore acqueo:** è l'elemento principale che deve essere rimosso dal momento che dalla concentrazione di vapore acqueo e dalla pressione dipende la temperatura di rugiada dell'aria, come mostrato nelle curve di saturazione in figura.

1.3 Trattamento dell'aria e curve di saturazione



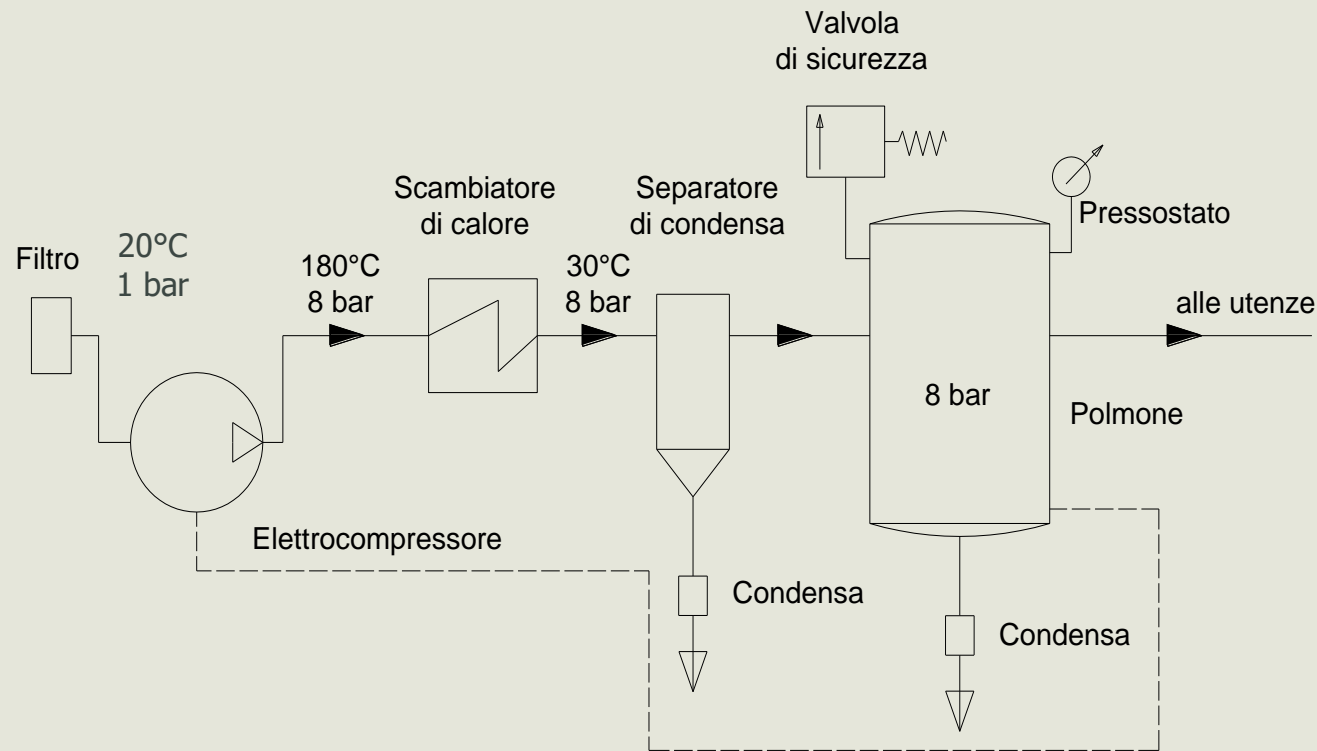
Vapore acqueo presente nell'aria in g/kg												
p	Temperatura di rugiada (°C)											
bar	-25	-20	-10	-5	0	2	5	10	20	30	40	50
1	0.38	0.64	1.60	2.50	3.08	4.33	6.35	7.60	14.7	27.2	48.8	86.2
3	0.13	0.22	0.55	0.80	1.30	1.49	1.80	2.60	4.5	6.2	15.6	26
8	0.05	0.08	0.21	0.32	0.48	0.56	0.69	0.97	1.8	3.3	5.8	9.8
30	0.02	0.03	0.09	0.14	0.21	0.24	0.29	0.42	0.79	0.99	2.51	4.21

1.4 Separatore di condensa



La condensa che si forma nell'aria in seguito al processo di refrigerazione viene separata successivamente nel separatore di condensa. I separatori di condensa maggiormente adoperati sono di tipo centrifugo. In particolare mettendo in rotazione il fluido le particelle liquide tendono ad addensarsi verso la periferia del separatore e sono successivamente raccolte nella parte inferiore dello stesso. Successivamente la condensa viene scaricata automaticamente.

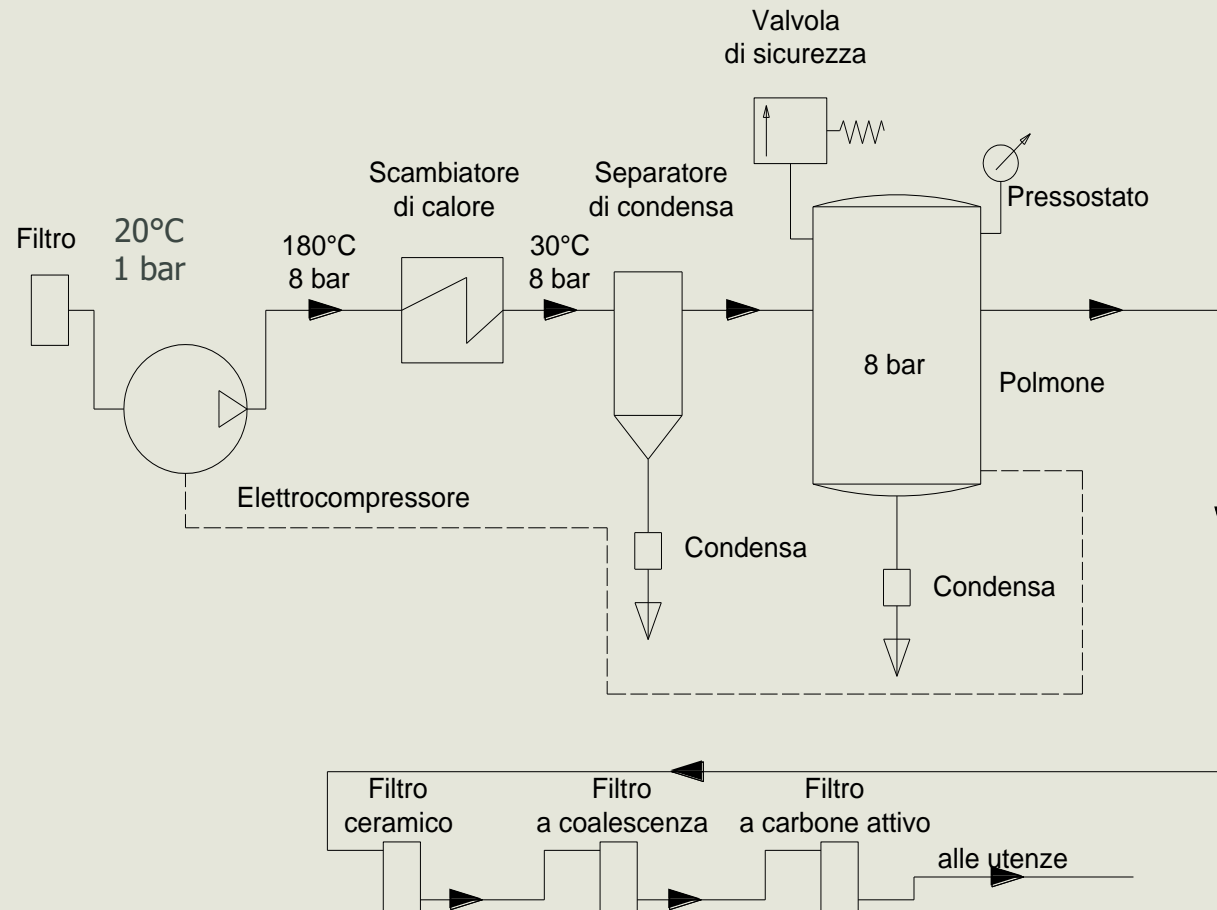
2.1 Deumidificazione dell'aria con compressione e preraffreddamento



L'aria dopo essere transitata attraverso il filtro a monte dell'elettrocompressore, viene compressa fino ad una pressione di 8 bar. L'aria, inizialmente a temperatura ambiente di +20°C, viene riscaldata fino a 180°C per effetto della compressione. Successivamente subisce un preraffreddamento attraverso uno scambiatore di calore ad aria o ad acqua che ne riporta la temperatura a circa +30°C. I trattamenti di compressione e preraffreddamento consentono già di ridurre il tenore di vapore acqua (umidità) nell'aria, come si seguito specificato:

T (°C)	p(bar)	Umidità (g/kg)	Dove
20	1	14.70	In ingresso
30	8	3.30	A valle del refrigeratore

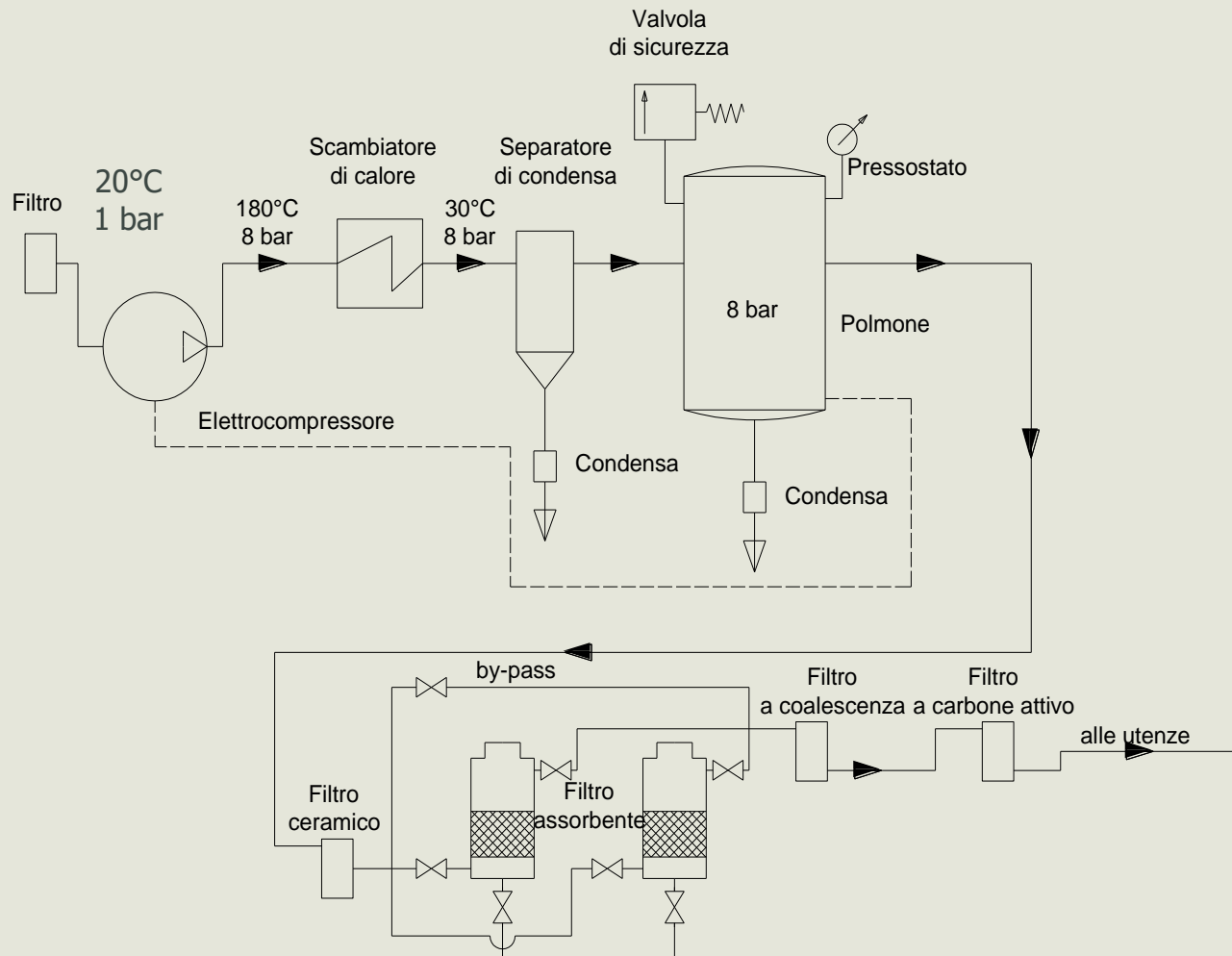
2.2 Deumidificazione dell'aria con sistema di filtraggio meccanico multistadio



Quando si richiede una deumidificazione spinta dell'aria compressa e, dunque, una maggiore riduzione dell'umidità specifica, si aggiungono a valle del polmone di stoccaggio dei filtri multistadio, normalmente costituiti da 3 filtri meccanici:

- **Filtro ceramico:** consente di trattenere particelle di dimensioni minime di 5 micron;
- **Filtro a coalescenza:** permette di trattenere particelle in sospensione fino a 0.01 micron e di ridurre la presenza di eventuali particelle di olio in sospensione fino a valori dell'ordine di 0.01 ppm;
- **Filtro a carbone attivo:** consentono di ridurre ulteriormente l'eventuale presenza di particelle di olio in sospensione fino a valori dell'ordine di 0.003 ppm.

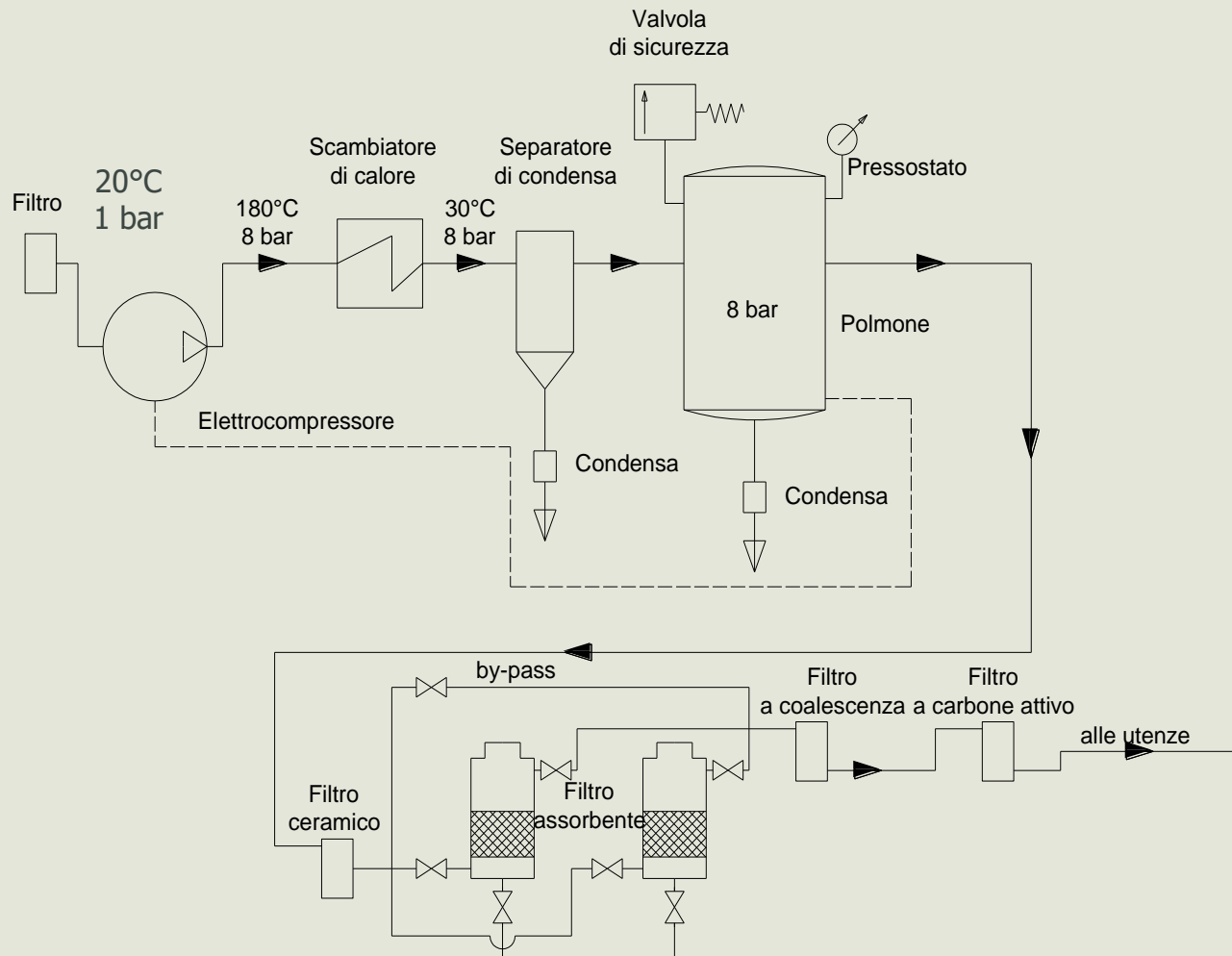
2.3 Deumidificazione dell'aria con sistema di filtraggio per assorbimento



A valle del polmone di stoccaggio sono posti i filtri meccanici multistadio, come in precedenza. In particolare tra il filtro ceramico e quello a coalescenza è posto un ulteriore sistema di filtraggio per assorbimento che può essere di due tipi:

- **Filtro ad azione chimica:** si basa sull'utilizzo di sostanze solide igroscopiche che assorbono il vapore acqueo contenuto nell'aria, passando allo stato liquido. Le sostanze maggiormente adoperate sono il cloruro di sodio o il fosfato di calcio. Poiché come detto si sciolgono al passaggio dell'aria, assorbendo il vapore acqueo, vanno spurgate periodicamente dal fondo del filtro e sostituite periodicamente.
- **Filtro per rigenerazione:** si utilizzano soluzioni liquide, normalmente a base di cloruro di litio, di zinco o di calcio che assorbono il vapore acqueo con conseguente riduzione della loro concentrazione. Tale sistema richiede una rigenerazione periodica della soluzione liquida che deve essere appunto riconcentrata.

2.3 Deumidificazione dell'aria con sistema di filtraggio per assorbimento



- Inoltre, l'assorbimento del vapore acqueo produce un surriscaldamento della soluzione liquida che, pertanto, deve essere continuamente refrigerata.

Negli impianti navali sono normalmente adoperati due filtri ad azione chimica, uno di rispetto all'altro. In tal modo il funzionamento dei filtri è di tipo intermittente, dal momento che uno è in funzione e l'altro in manutenzione. Lo spurgo delle sostanze igroscopiche transitate dallo stato solido a quello liquido può essere effettuato in modalità manuale oppure automatica.

L'impianto è normalmente dotato anche di una linea di by-pass del sistema di filtraggio ad assorbimento che conduce l'aria direttamente al sistema di filtraggio a coalescenza.